DE LUCIS NATURA ET PROPRIETATE.

Auctore

IS. VOSSIO.



AMSTELODAMI,

Apud Ludovicum & Danielem Elzevirios.

CIↃ IↃC LXII.



SERENISSIMO PRINCIPI,

CAROLO LUDOVICO,

DEI GRATIA COMITI PALATINO AD RHENUM, S. ROM. IMP. ELECTORI, ARCHITHESAURARIO, DUCI BAVARIÆ, &c.



UT nihil in oculis luce clarius, ita nihil causis & natura ejus intellectui obscurius esse apud omnes in confesso est, Princeps Serenissime. Cum enim cætera objecta quæ sensus movent, brevi admodum intervallo & paucis duntaxat distent millibus, solum lumen ab infinitis, ut sic dicam, extra orbem spatiis ad visum adpellit, im-

imperceptibili tempore, & quod magis mirandum modo rectis, modo curvis, aliquando fractis, aliquando repercussis, nonnunquam etiam incisis & duplicatis radiis. Movit tam insolitum spectaculum multorum ingenia, ut in lucis naturam & proprietates diligentius inquirerent; sed quod papilionibus dum flammas sectantur, idem fere curiosis istis naturæ scrutatoribus evenit, si enim non periere, saltem de iis vere dici possit, eos non lucis claritatem, sed tantum ingenii sui tenebras prodidisse & semetipsos excæcasse dum solem atramento suo inficere fuere conati. Idemne nos maneat fatum dum nonnullas lucis facultates explicare conamur, eorum esto judicium, quorum mentes benigniore cælestis lampadis fulgore illustrantur. Si non ubique scopum simus adsecuti, si alicubi erraverimus, culpam non deprecamur, imo etiam laudem & gratiam speramus, dummodo in cæteris propius à veritate absimus, quam plerique ii, qui stylum & ingenium ante nos in eodem posuere argumento. Quamvis vero, Princeps magne, pro insigni tua erga me benevolentia, exile & minutum possit videri quod reddimus munusculum, vel solus tamen lucis titulus non promittit tantum, sed etiam spon-

ſpondet aditum facilem, nec metuimus ut rerum pulcherrima & jucundiſſima, ſine qua ne mundus quidem conſtare poteſt, moroſi janitoris repulſam patiatur. Cum omnia bona & præclara admittas & diligas, abeſt quam longiſſime ut lucem velis excludere. Quod ſi forſan fallimur, & pro die noctem, pro luce umbram obtrudere videamur, ipſe mihi ſilentium lubens imperabo, nec ſequar illorum exemplum qui culpæ quærere patronum, quam culpa vacare maluerunt, quaſi non ſufficiant errores in quibus vulgo verſamur, niſi in cumulum accedant etiam illi qui indies committuntur, ac ſi vitæ intereſſet ut ſit aliqua errorum doctrina & ſcientia. At vero ſi non decipimur, & non inepte videmur iſta quæ offerimus conſcripſiſſe, utique non eſt ut cenſuram metuamus, aut ut cunctemur illa ipſa, qualiacunque demum ſint, Tibi maxime Principum, conſecrare, cujus fulgidum nomen non nobis tantum, ſed & ipſi quoque luci lucem poſſit fœnerare. Benigna itaque fronte novellum hunc ingenii noſtri fœtum ſuſcipe, magne literarum Patrone; ſi illum manu obſtetricia contigeris, nec dentem, nec aſpectum formidabit malignum. Quod ſi etiam in eruditis tuis oculis gratiam & favorem invenerit,

non est quod diem atrum aut oblivionis aquas pertimescat. Tua luce persusus & amictus adeo nitens & splendidus sibi videbitur, ac si lavacro Auroræ aut fonte solis lotus emersisset. Deus, Serenissime Princeps, in gloriam ævi præsentis & exemplum secuturi incolumem Te quam diutissime servet.

Hagæ Com. cIↃ IↃ CLXI.

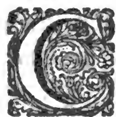
Serenissimæ Cels: V[a]

devotissimus

ISAACUS VOSSIUS.

BE-

BENEVOLO LECTORI.



Um multi ingenio & doctrina præclari viri diligenter & fuse admodum scripserint de eo quod hic exhibemus argumento, aridi & jejuni forsan videbimur, quod breviter & cursim adeo stringamus rem omnium nobilissimam, qua nulla in rerum natura latius patet, cum lucis plena sint omnia, solaque propemodum sit quæ totam rerum naturam amplectatur. Sed cum ea saltem pertractare proposuerim, quæ alii prætermiserunt, aut non satis accurate tradidere; spero me nullam incursurum reprehensionem, si non omnia simul exhausero; nec brevitatem, ut puto, carpes, LECTOR CANDIDE, *dummodo in ea aliqua invenias vel necdum dicta, vel clarius demonstrata quam ab aliis factum sit hactenus. Nulla est fere veritas aut cognitio, quæ tota simul adfulgeat. Videt hæc ætas quod non viderunt majores nostri, sed multo plura cognoscent illi, qui post nos futuri sunt, præsertim si honor habeatur artibus & ingenia excitentur. Nos etiam, si vita & otium suppetat, non pauca, ut spero, discemus, quæ nunc nescimus, & forsan de his ipsis plura & certiora aliquando exponemus, si aliæ curæ permiserint, ut quæ in physicis exorsi sumus, ad umbilicum detur perducere. Interim non displicituros tibi confido, quos hic vides*

des conatus, qui si non ob aliud, at saltem novitate placebunt. De ortu & natura ignis & caloris, de numero elementorum, aliaque quæ leviter hic attigimus, uberius agemus in Meteorologicis nostris. Ne autem te offendat quod radiorum nonnunquam utar vocabulo ex communi consuetudine, cum non ex lineis aut particulis compositum sit luminis profluvium, sed unum & continuum constituat systema. Si vel hoc vel aliud quidpiam sit quod displiceat, Tu, mi Lector, benigna interpretatione succurrito; quod si difficilis sis & refractarius, pleniorem à nobis explicationem exspectato.

ISAA-

ISAACI VOSSII
DE
NATURA ET PROPRIETATE

LUCIS.

Caput I.

Causam & subjectum lucis esse ignem.

De luce dicturi expedit ortum & causam ejus ostendere. Causa & subjectum luminis est ignis. Ab hoc itaque incipiendum. Licet vero hic multis modis fiat, omnes tamen isti modi ad unum reducuntur, ad constipationem nempe & adtritionem materiæ solidæ. Nam si dixerimus ignem etiam generari ex propagatione, ut cum igne ignem paramus & accendimus, aut ex collectione radiorum, ut fit speculis comburentibus, jam ignis natalem non explicamus, sed saltem modum ostendimus quo ignis seu calor jam existens multiplicari & propagari possit. Altius itaque repetendus est ignis ortus, & indicanda ratio quo pacto ignis nascatur ubi nullus vel ignis, vel calor, vel lux præexistit. Hoc autem aliter non contingit, quam sola compressione seu attritione. Cum enim non possint duo corpora esse in eodem loco, necessario evenit, ut quando illa comprimuntur & se mutuo penetrare conantur, oriatur calor & dein ignis. Minor compressio efficit calorem, vehementior vero collisio & attritio ignem suscitat. Is vero est velut actus inaniens & evacuans nimiam constipationem, & hoc quidem pacto ipsa sibi succurrit natura.

Vulgo credunt ignem, qui ex attritione seu silicum seu alterius materiæ inflammabilis compressione provenit, fieri ab attenuatione aëris. Sed vero aër quantumvis attenuetur & rarefiat, nunquam tamen incalescet, quin potius hac ratione frigefiet. At vero si actum hunc consumentem & succurrentem naturæ laboranti, non ex rarefactione aëris, sed ex nimia constipatione & condensatione corporum fieri statuamus, jam & oculis & sensibus satisfiet.

Quamvis autem ignis etiam in fluido corpore possit existere, vix tamen illic nasci aut oriri potest. Ut enim solida corpora motu incalescunt, ita fluida quanto magis moveantur & se mutuo penetrare conentur, tanto magis frigefiunt. Non enim probo quod vulgo dicitur, ex collisione corporum fluidorum, cujusmodi sunt nubes, ignem gigni posse. Fulminis flamma non fit à collisione nubium, sed consumto & depasto ab igne, illo qui intercedit aëre, tum demum fit collisio & fragor. Ignis ergo origo necessario præsupponit materiam solidam, non fluidam vel raram, quæ vi propria ignem concipere non potest, nec aliunde conceptum diu nutrire.

Cum vero primaria ignis sedes sit Sol, valde fit verisimile substantiam Solis esse solidissimam, & quidem tanto terrestri materia solidiorem, quanto ignes ejus magis sunt vehementes & diuturni, ita ut non immerito Democritus Solem massæ ferri candentis olim compararit.

Caput II.

Ignem non esse corpus.

Cum ignis nihil aliud sit quam calor intensus, productus à constipatione & attritione corporis solidi & in-

& inflammabilis, non recte ſentiunt illi, qui ignem corpus eſſe putant. Ignem nempe vocant compoſitum id, quod ex materia ac flamma depaſcente conſtat; ſed hoc perinde eſt ac ſi animam corpoream vocaremus, quod corpori inſerta ſit ac permixta. Seorſim itaque conſiderandus eſt ignis, & ſeparandus à materia cui inhæret; id ſi fecerimus, cognoſcemus ignem per ſe non ſubſiſtere, perit enim ſublato ſubjecto, à quo abſtrahi non poteſt niſi ſola cogitatione. Non eſt ergo corpus.

Aliter colligunt qui ignem elementum vocant. Nempe id ex eo eveniſſe credibile eſt, quod cum Solem non conſumi nec minui cenſerent, perennem ejus fecerint materiam. Hac perſuaſione credo adductos fuiſſe eos, qui ignem ſimplicibus corporibus annumerarunt, ac quartum inter elementa locum dedere. Sed vero crebra phænomena evincunt, ne cœli quidem orbes eſſe mutationis expertes, ac æque corruptibili conſtare materia, atque hæc noſtra tellus. Complures in Solis diſco maculæ, aliæ aliis lucidiores, quædam naſcentes, quædam pereuntes, clare ſatis oſtendunt, etiam hujus flammas egere pabulo, ſive illud foris accedat, ſive è viſceribus prorumpat. Ut itaque elementum fiat ignis, neceſſe eſt oſtendere ignem aliquem, qui alimento non egeat, qui non adurat nec calefaciat, quique non ſit in aliquo ſubjecto. At vero talis nec in noſtro, nec in aliis cœli orbibus reperitur, ut opinor. Fruſtra itaque dicitur ignem eſſe vel corpus, vel elementum.

Non recte quoque ex levitate ignis ſive flammæ argumentum colligunt, quia nempe omne quod leve ſit, idem quoque ſit corporeum. Ignis neque levis eſt, neque gravis, cum ſit actus diſſolvens corpora. Quia vero corpora cum diſſolvuntur & dilatantur fiunt leviora,

necessario sursum tendunt, avolantem materiam sequitur & intercipit flamma. Non tamen omnem flammam sursum tendere clare evincunt fulmina. Sed & artificialis etiam reperitur pulvis ex auro conflatus, qui deorsum mittat flammam si accendatur. Notissimum præterea per lucernæ exstinctæ fumum, si alterius lucernæ flammam contingat, deorsum flammam devolvi. Clarum itaque ignem non habere pondus, sed sequi motum & impulsum corporis cui inhæret.

Sed neque ex eo, quod luce & calore corpora dilatentur, ullum peti debet argumentum unde lucem & calorem corpus esse adstrui possit. Actio enim illa lucis & caloris nihil addit corporibus, sed corpora ipsa ex potentia suæ substantiæ dilatantur, & non quoad ipsam materiam, sed saltem quoad extensionem materiæ augentur.

Caput III.

Quid sit lux.

Cum variæ sint lucis proprietates, utpote quæ non luceat tantum, sed & calefaciat, & colorem inducat, rerum imagines deferat, situm corporum mutet, nonnunquam etiam vitam largiatur; non mirum est pro diversa ejus facultate diversis quoque modis definiri naturam ejus. Quia vero unicam ejus proprietatem, nempe qua luceat, considerabimus, sic illam definiemus, ut lux sit actus corporis lucentis, per quem quidquid visibile est cernimus.

Non recte vero lucem à lumine distinguunt, ac lucem ponunt in corpore lucente, lumen vero extra. Lux non potest esse visibilis nisi in corpore pellucido, ignis vero non est pellucidus: Pro ratione enim sulphuris qui est in singulis corporibus, tinguntur quoque flammæ, ideo-

ideoque opacæ fiunt: nam omne coloratum eſt quoque opacum. Si fieri poſſet ut in medio magnæ alicujus flammæ verſaremur, nihil cerneremus. Diſtinguenda eſt itaque lux à flamma & igne, lumen vero à luce non eſt diſtinguendum.

Jam vero cum ignis ſive flamma non ſit corporea, multo minus lumen poteſt eſſe corporeum. Scio quidem complures & olim fuiſſe, ac nunc etiamnum eſſe, qui aliter de lumine ſentiunt, ac radios ejus ex corpuſculis compoſitos eſſe pertendunt: ſed ut cognoſcamus, quid de tota hac re ſentiendum ſit, argumenta, quamobrem ſic crediderunt, exponam.

CAPUT IV.

Exponitur & examinatur Carteſii de luce opinio.

PRimum itaque excutiemus opinionem Renati Carteſii, quam in Phyſicis ſuis principiis & alibi adſtruere eſt conatus. Tantum nomen tantamque autoritatem vir ille ſcriptis ſuis conſecutus eſſe videtur, noſtris præſertim in oris, ut pleraque ejus dicta pro demonſtrationibus pene habeantur, publiceque libri ejus tanquam veritatis indices in ſcholis & academiis quibuſdam prælegantur. Cum à paucis poſtulatis & communibus valde notionibus Philoſophiam ſuam auſpicatus ſit, in progreſſu tamen operis nemo plura adſumſit, & quidem talia, quæ nec ab ipſo demonſtrata ſint, nec demonſtrari à quoquam poſſint, etiamſi vim intellectui inferamus. In eo præcipue callidus fuit, quod cum tam plana & perſpicua præmittat principia, mox tamen iis relictis alia promat, quæ neque viſu, neque ſenſu percipi poſſunt, globulos ſcilicet, particulas ſtriatas, & elementa inviſi-

bilia. Illis positis, non probatis, incipit philosophari: quia nempe ubi oculi & sensus deficiunt, illic fingendi incipit libertas. Sed vero inquiunt perinde esse qualiacunque statuantur principia, dummodo per illa rerum adparentium ratio dari possit. At vero quamvis hoc nequaquam concedendum videatur, utut tamen concedatur, nihil etiamnum efficitur. Adeo vero longe abest ut positis invisibilibus istis principiis causæ rerum pateant, ut ne vel unum saltem phænomenon horum beneficio recte explicari possit. Breviter sententiam ejus de origine & natura luminis, cui tota ejus Physica tanquam fundamento nititur, examinabimus. Is itaque ut mundum, sic quoque materiam aliquam statuit primam, non finitam, non infinitam, sed indefinitam. Hanc materiam, cum omnia spatia occuparet, neque enim vacuum posse dari in rerum natura, à Deo confractam fuisse dicit in minutissimas particulas. Omnes vero istas particulas initio fuisse æquales, sed Deum deinceps indidisse iis motum constantem & perennem. Hinc factum esse ut rotundam induerint figuram. Dum vero sic tornantur, ne vacuum pateretur natura, scobem & ramenta harum particularum occupasse intermedia spatia. Ex hac circinatione vero etiam alia corpuscula provenisse fingit, qualia nempe sunt lignorum, quæ dolantur, præsegmina; Hæc ipse vocat corpuscula striata. His ita digestis tria deinde format elementa. Primum elementum vocat scobem & subtilia ramenta; secundum ipsos globulos, tertium vero particulas striatas. Ex primo elemento dicit conflatum esse Solem & vortices cœli, ex secundo cœlum, ex tertio vero, tanquam ex spuma, censet coaluisse maculas solares. Jam vero globulos secundi elementi continua serie à cœlo huc usque extensos

tensos esse scribit, moveri perpetuo, ac penetrare poros aëris, vitri & aquæ. Quia vero moto uno globulo eodem momento omnes simul moveantur, baculo hanc globulorum seriem comparat, cujus una pars moveri non potest, quin simul quoque moveatur pars altera. Istum vero globulorum motum lucem esse dicit.

Quis non obstupescat tam longa figmentorum catena? Quamvis ostendere hæc, idem possit videri quod destruere, quia tamen non pauci etiam præclari viri hoc nostro seculo reperiuntur, qui imaginariis istis elementis, globulis & particulis striatis ita capiuntur, ut præter istas formas in Physicis nihil sciri posse palam profiteantur; operæ pretium fuerit paucis monere, quibus & se & alios difficultatibus involvant, qui vanis adeo commentis à meliori Philosophia se abduci patiuntur. Primum quis non miretur trina hic statui elementa, cum secundum propriam hypothesin unum tantum agnoscat? Quis unius ejusdemque materiæ diversas formas, diversa unquam vocavit elementa?

Jam vero cum globulos & corpuscula sua, non ut Democritus insecabilia & solidissima faciat, sed vero longe molliora & quæ secari & comminui in minora possint corpuscula, qui fieri potest ut immensæ istæ globulorum texturæ continua rotatione non sint adtritæ & in pollinem comminutæ? Cur, cum ex eadem qua Sol constent materia, vicinitate & contactu Solis & fervore motus inflammatæ & combustæ non sunt? Cur vento, aëre & occursu aliorum corporum non difflantur & rumpuntur longæ illæ & pertenues globulorum catenæ, incertosque ac tremulos nobis efficiunt luminis radios? Sed & hoc quomodo aliquis expedire possit, cum mille discrepantes motus ex discrepantibus locis imprimantur,

tur, motus illos non confundi & contrarios à contrariis non everti? Sane quomodocunque aliquis hanc lucis descriptionem velit construere, quot corpuscula, totidem quoque sunt statuenda miracula. Cum nulla machina movendis infinitis adeo globulis sufficiat, & tamen levissimo impulsu moveri dicantur, fatendum fuerit, ut perennet hic motus, singulis globulis novas accedere potentias quibus impellantur. Cum enim sectilia & fragilia supponantur hæc corpuscula, disrumpentur potius priores globuli, quam ut sequentibus eundem imprimant motum. Utut tamen hæc quantumvis absurda fieri posse admiserimus, at certe illud fieri non poterit, ut Solis siderumque lumen immensum adeo corpusculorum agmen penetret. Vel ipse hic noster aër, si vel paulo fuerit densior & compressior, desinit esse perspicuus, & fit opacus. Plus opacitatis habent corpora solida, ideoque difficilius lumen transmittunt. At vero si corpus aliquod ex pluribus minutis corpusculis diversam habentibus superficiem fuerit compositum, jam desinit esse pellucidum. Viderint itaque qui huic Philosophiæ adstipulantur, quale lucis vehiculum introducere conentur. Etiamsi globuli & minuta ista corpuscula constarent ex materia quæ puritate & perspicuitate crystallum & adamantes millies superaret, non tamen radii Solis vel unicam ejus unciam possent perforare.

Cap. V.

Gassendi opinio expenditur.

Aliquanto quidem vero similior possit videri opinio Gassendi & aliorum, qui favent doctrinæ atomorum, cum & paucioribus contenta sit postulatis, & non adeo

adeo indeterminatam relinquat lucis naturam; veruntamen cum & hi lumen faciant corporeum & radios ejus compositos esse dicant ex corpusculis aut oblongis virgulis materiatis, non minus à vero recesserunt, ac iisdem quibus priores difficultatibus sese involverunt. Tantum abest ut atomi seu corpuscula istæc causa aut instrumentum lucis esse possint, ut potius sint futura vehicula tenebrarum. Vitrum & alia pellucida quamvis valde fuerint crassa, pervia nihilominus sunt radiis lucis. At vero nulla tam exigua vitri portiuncula possit dari, si eam in atomos, aut saltem in tenuissimum pulverem comminueris, quin statim desinat esse pellucida.

Duas vero potissimum rationes invenio, quibus præcipue se persuasos esse fatentur, ut lucem corpus esse sentiant. Prima quidem hæc adfertur ratio, quod cum lumen iisdem quibus corpora fruatur facultatibus, flectitur nempe & repercutitur pro ratione materiæ occurrentis, satis exinde verisimiliter possit concludi, ipsum quoque lumen esse corpus.

Altera ratio, qua utuntur, hæc est, quod si quando lumen in pellucidum aliquod corpus, puta aut vitrum aut aquam, incidat, non omnes ejus radii pertranseant, sed aliqui reflectantur. Putant nempe illos radios qui in poros recta dispositos incidunt, illæsos transire; alios vero incidentes in partes corporis pellucidi solidas aut continuas, sursum repelli & repercuti.

Priori argumento facile occurritur, cum & in sono motus iste æque sit manifestus. Nec dubitandum, si animæ aliarumque substantiarum motus forent perceptibiles, quin idem etiam in his posset deprehendi.

Magis itaque urgent sequens Heronis Mechanici argumentum, quod tamen non uno laborat vitio. Nam si

radii lucis illac tantum ingrediuntur, qua vitri & aliorum corporum pellucidorum poros recta dispositos inveniunt, jam non certa lege, sed pro ratione & dispositione meatuum dirigerentur, quod adversatur experientiæ. Quod si ubique tales occurrant meatus, omnino consequetur, ut vitrum nullas partes solidas habeat. Denique vitrum non erit vitrum, sed tantum corpus adparens. Nam si ubique sint pori, jam necessario consequetur, ut nusquam sit vitrum. Atqui tamen sensus & experientia docent, nullum esse vitri punctum quod non illustretur, quodque non æquali proportione transmittat lucem: hoc vero qui fieri possit si per poros tantum lux propagetur? vel itaque dicendum lumen non esse corpus, aut admittendum absurdum istud, duo corpora posse simul esse in eodem loco. Illud vero imprimis absurdum, corpus aliquod statuere tot poris pervium, quod tamen sit perspicuum. Ostendatur vel una aliqua materies, sive sit vitrum, sive cornu, sive aqua aut quælibet alia, quæ simul ac poros admittat, simul quoque non fiat opaca. Profecto qui sic argumentantur, illi adimunt non parant lumini transitum, cum nullum corpus eximie porosum radios transmittat. Verum esse quod adfirmamus, id multis probari potest experimentis. Si enim quamcunque materiam pellucidam multis perviam feceris poris, desinit esse pellucida. Sed vero si aquam adfuderis & poros impleveris, denuo fit pellucida. Vitrum vetus & arrosum, quale sæpe effoditur è terra, candicat æque fere ac vitrum pistum. Idem madefactum aut aqua mersum, recuperat priorem statum ac fit perspicuum. Hac arte utuntur agyrtæ, ac miseris nonnunquam imponunt emptoribus. Imaginem quamcunque volunt, includunt palæ annuli, eandemque frustulo vitri

ve-

veteris ac albicantis obducunt. Imaguncula non comparet si vitrum fuerit siccum, idem vero aqua aut vino madefactum latentem denuo producit imaginem.

Eadem est natura Onychum quorundam, qui vulgo Chalcedonii appellantur, qui cum lactei sint coloris, adfusa aqua perspicui redduntur.

Sed & charta & crystallus comminuta & complura alia porosa corpuscula, si aqua aut oleo adspergantur, illico fiunt pellucida.

Verum quo clarius istæc cognoscamus, haud intempestivum erit, ut arbitror, porro ostendere pleraque corpora pellucida carere poris, nec rerum naturam adeo esse fistulosam, quam vulgo creditur

CAPUT VI.

Vitrum, aquam & eximie pellucida corpora carere poris, & quomodo pori generentur.

OMne itaque corpus aut fluidum est, aut solidum. Fluida corpora sunt illa quæ non habent consistentem formam: Solida vero sunt, quæ eundem partium servant situm, etiamsi moveantur. Dividamus vero solida in simplicia & composita. Simplicia solida sunt illa corpuscula è quibus composita solida fiunt, & in quæ viceversa dissolvuntur. Jamvero in confesso est apud omnes talia corpuscula poris carere, si enim non careant iis, non erunt simplicia, non erunt solida, denique non erunt corpora. Nam si ne illa quidem interstitia, quæ meatus separant, sint solida, ubique erunt meatus, nihil itaque in rerum natura erit corporeum. Hoc vero cum perabsurdum sit existimare, sequitur dari corpuscula physica quæ omnino sint solida.

Porro quia hæc cohærere sibi invicem non possunt, quin relinquantur multa spatia inania, jungi ideo & conglutinari liquore intercurrente, omnes, nisi fallor, fatebuntur. Liquorem vero illum esse continuum & nullis interceptum meatibus, & hoc quoque certum est. Scio quidem quosdam aquæ & omnibus fluidis poros adtribuere, sed rationes quibus hoc efficere conantur, valde sunt frivolæ. Si aqua non esset continua, sed ex separatis particulis instar arenæ aut farinæ quantumvis minutæ constaret, non adeo esset plana ejus superficies. Aspera & inæqualis fieret, vel simplici contactu. Non præterea aqua aquam sequeretur in siphonibus, si non unum corpus, sed ex diversis constaret corpusculis. Sed neque bullæ, quales à pueris leni spiraculo solent excitari, subsistere possent. Si fistulosus esset humor ambiens, conciderent bullarum latera. Denique si porosa & non continua esset aqua, utique non esset perspicua, ut ex jam dictis & porro dicendis clarum fiet.

Cum ergo partes è quibus corpora componuntur, sint solidæ; superest ut talia etiam sint ipsa corpora, dummodo perfecte ab humore infuso conglutinata fuerint.

Quæret jam aliquis, si humor iste sit continuus, omniaque intermedia spatia impleat, unde ergo pori in corporibus oriantur? Verum hujus rei manifesta satis est ratio, nempe id fit tam ab externo quam interno calore exsiccante & depascente humorem quo corpuscula connectuntur. Scio quidem aliter quoque excavari meatus, ab insectis scilicet erodentibus, item à materie graviore penetrante & permeante minus gravem; sed vero insecta nulla generantur in metallis, in lapidibus, in vitro aliisque id genus solidis & inanimis corporibus, de qui-

quibus saltem nunc sermo est; altera vero ratio alio pertinet. Nam quod argentum vivum penetret vasa fictilia, lignum, corium, & similia, id nequaquam mirandum. Lignum & corium proprie non sunt corpora solida, cum extendi & dilatari possint. Fictilium vero materies, rarior est quam hydrargyri. Facile itaque penetrat, nec tamen ideo quod fictilia poros habeant, sed quod hydrargyrus pondere suo partes luti molliores & pene fluidas, aperiat & sic transeat. At vero saxa, metalla aliaq; nativa solida, non pervadit hydrargyrus, quia firmiori glutino junguntur. Multo minus crystallum, vitrum, aliaque valde pellucida, quoniam ea non ex corpusculis, sed ex continua & uniformi constant materia.

Cum itaque non pellucida tantum, sive ea liquida fuerint sive solida, sed & omnia fere inanima corpora careant poris in prima origine; clarum est lucem, quæ omnia simplicia corpora pertransit, ut infra docebimus, non posse esse corpoream.

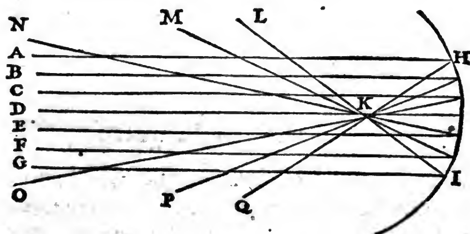
Quod autem aqua, vitrum & similia, non omne transmittant lumen, sed portionem aliquam remittant, ejus rei hæc est ratio, quod omnia corpora quantumvis pellucida, aliquid tamen habeant opacitatis. Quamvis hoc ex jam dictis satis colligi possit, ex iis tamen quæ infra à nobis dicentur, multo patebit clarius.

CAPUT VII.

Radios lucis non esse corporeos.

SUfficere hæc poterant, nisi fallor, ad convincendam eorum sententiam, qui lumen & radios corporibus accensent; quo tamen magis opinionis hujus absurditas adpareat, unum etiamnum adjiciam. Nemo

est eorum, qui hæc legent, qui non aliquando viderit lumen per angustum foramen in cubiculum tenebrosum admissum, pleraque externa objecta suis coloribus in linteo aut pariete depingere. Infinitos radios ad idem decussationis punctum convenire plerique, ut puto, fatebuntur. Si quis tamen aliter senserit, ac in uno puncto non admodum magnam decussationem fieri dixerit, is saltem non negabit in speculo parabolico omnes radios in unum confluere punctum, ac ex hoc denuo dilatari in ampliora spatia. Non est hujus loci quærere, qui fieri possit, ut universa mundi effigies & pictura cum omnibus suis partibus & coloribus sigillatim distinctis, contineri & repræsentari possit in puncto Mathematico; quod tamen manifestum est; verum illud dixisse sufficiat, si radii deferentes lumen & objecta visibilia ex corpusculis constant, minime posse per punctum istud transire. Quantumvis enim minuta fingantur istæc corpuscula, & cujuscunque demum statuantur figuræ, sive virgatæ, sive sphæricæ, sive striatæ, cum tamen corpora sint, tantum abest, ut infinito adeo agmine penetrare valeant, ut ne singula quidem possint. Sint radii A B C



D E F G deferentes objectum visibile in parabolam H I, mani-

manifeste omnes illi concurrent in puncto K, & inde denuo progredientur & spargentur in LMNOPQ. Largiamur corpuscula istæc esse instar puncti Mathematici & sigillatim posse punctum K pertransire: Sed jam absurdum erit quam maxime arbitrari, per illud punctum K posse in instanti transire innumerabilia ista corpuscula, è quibus componuntur radii qui à K tendunt versus LMNOPQ.

Quod siquis dixerit corpuscula aut globulos istos non habere motum progressivum, sed tantum in se moveri, ac eundem motum sequentibus imprimere corpusculis,non minor occurrit absurditas. Si enim globulus qui est in puncto K,locum servat,non potest eodem tempore nisi simplicem habere motum. At vero ut radii adfluentes ad punctum K propagentur in LMNOPQ, oporteret in uno corpusculo K infinita discrepantium motuum genera statuere. Hoc vero cum impossibile sit, non video, quomodo subsistere possit textura illa corpusculorum absque axiculis, vectibus aliisve potentiis se moventium ac propagantium lucem. Debuissent saltem illi, qui tale lucis systema divulgarunt, modo aliquo mechanico declarare, quo pacto talis motus fieri possit. Si in arenæ sextariolo ostendissent, unius arenæ rotatu cæteris arenis eundem imprimi motum, jam saltem opinioni suæ aliquid coloris addere potuissent. Sive itaque hanc sive alteram de luminis natura & propagatione opinionem sequamur, clarum est neutram posse subsistere, cum nomine tenus diversæ, re vero eædem prorsus sint, utraque quippe lumen corpus esse supponit. Imprimis vero hoc absurdum, quod dum lumini transitum parant, ac in omnibus pellucidis corporibus poros ac meatus aperiunt, illos ipsos tamen mox obstruunt, cum

lucem

lucem; quæ poros ingreditur, ex corporeis particulis compositam esse arbitrantur. Si sic sentiamus, dicendum fuerit particulas aut globulos lucem deferentes, & ipsos esse porosos, aut admittenda est corporum penetratio. Hanc si concedamus, frustra imaginarii isti pori inducuntur, cum etiam absque his detur corporum penetratio, & entia sine ratione non sint multiplicanda.

Cum itaque corpora perspicua pleraque poris careant, & tamẽ luci sint pervia, sequitur lucem esse incorpoream. Frustra vero dicitur, motum non posse fieri, ubi nihil est quod movetur. Lumen etiam si incorporeum, est tamen aliquid, est ens physicum. Lumen movetur etiam quoad sensum in corpore diaphano immobili. Falsum est itaque motum non posse fieri nisi in corpore quod movetur. Sed propterea quod duo corpora non possunt simul esse in eodem loco, manifestum fit lumen corpus non esse.

Ipsum hoc confirmat motus lucis. Cum enim omnia corpora moveantur in tempore, lucis vero motus sit instantaneus, & hinc quoque patet lucem non esse corpoream.

Cap. VIII.

Lucis motus in vacuo.

VErum quia necdum inter physicos convenit, utrum lux in instanti, an vero successive moveatur, quamvis & hic multum à vulgari recedimus opinione, libens tamen nostram quoque exponam sententiam. Hæc autem quo clarius accipiatur, ipsam lucis historiam tradémus, ac indicabimus qualis ejus sit motus in vacuo, qualis item in iis corporibus, per quæ huic patet transitus. De vacuo primum agemus, cujus contemplatio quamvis

ab

ab instituto nostro nonnullis aliena videbitur, siqui tamen rem penitius inspiciant, illi quæstionem hanc non oportunam tantum, sed & necessariam prorsus agnoscent.

CAPUT IX.

Ostenditur dari vacuum.

QUamvis itaque complures, ac præcipue illi qui receptæ adhærent Philosophiæ, negent dari vacuum, adeo tamen verum est dari hoc, quam verum sit dari corpora. Non defuere quidem omnibus seculis, qui aliqua ratione vacuum admisere, nempe putabant si vacuum tolleretur, necessario quoque tollendum esse motum, aut dicendum corpora transire per corpora, itaque locum in quo corpora moventur, vacuum nominarunt. Sed vero illi ipsi cum statuunt omnia loca esse repleta corporibus, in vocabulo ludunt & vacuum è rerum tollunt natura. Tralativa & pueris nota sunt argumenta quæ vulgo adferuntur ad evertendum vacuum, nec nostri otii singulis aliquid reponere: hoc saltem significamus levia esse & pleraque eodem tendere, nempe naturam abhorrere ab omni inanitate & vacuo. Verum utcunque hoc concesserimus (quod tamen minime concedendum est, cum natura potius fugiat nimiam corporum constipationem) nihil tamen exinde consequetur. In loco ubi vivimus & respiramus, propter circumsistentiam ambientium corporum, difficulter admodum effici vacuum libenter fatemur. Verum quantumvis admittamus naturam fugere vacuum in hoc nostro orbe, fugam tamen istam in infinitum extendendam non esse, sed terminandam alicubi, & ratio & experimenta clarissime evincunt.

Facessant itaque trivialia ista commenta, qualia vulgo ad destruendum vacuum adducuntur, cujusmodi est hoc quod dicunt, ubi nullum est corpus ibi nullam esse dimensionem: ac si sublato corpore ex aliquo vase tam firmiter fabrefacto, ut latera non confluant ab externa, aëris pressione, non tamen idem quod prius laterum & parietum maneat intervallum. Sed quia negant in hoc nostro orbe, aut etiam alibi, fieri posse vacuum, & locum absque locato, ut loquuntur, aliquanto hæc accuratius examinabimus.

Primus itaque, qui nostro seculo vacuum etiam in hoc nostro orbe dari posse conjecit, is fuit Galilæus vir mirandæ subtilitatis. Hic nimirum ex eo quod aqua in tubis & antliis supra octodecim cubitos attolli non possit, feliciter collegit, vim illam quæ impedit ne inane fiat, non infinitam, sed modo & spatio certo esse determinatam. Hujus exemplum & doctrinam subsecuti complures alii experimentum hoc in compendium redegere, tubosque construxere vitreos quatuor vel trium duntaxat pedum, quos hydrargyro impletos ac postea inversos demisere in vasculum & ipsum instructum hydrargyro, deprehenderuntque hydrargyrum non totum manere neque totum effluere, sed in altitudine duorum pedum & quadrantis suspensum hærere, superiore tubi parte facta vacua.

Exercuere se in novo hoc spectaculo variorum ingenia, partim admittentium, partim vero impugnantium vacuum. Aliqui dum quidvis potius quam vacuum concedere vellent, dixerunt spatium quod supra hydrargyrum in tubo inane compareret, revera non esse inane, sed plenum spiritu hydrargyri. Sed hoc si esset, jam pro ratione & copia egredientis ex hydrargyro spiritus, dilataretur

taretur vel comprimeretur ſpatium inane; quod minime fit.

Alii credidere per vitri poros intrare aërem vel ætherem tenuiſſimum & laboranti naturæ ſuccurrere. Sed ego ætherem non tantum hic apud nos, ſed etiam in ipſo æthere ut vocant, fruſtra quæri puto. Vitrum præterea nullos, ut diximus, habet poros. Fideliſſime eo cuſtodiuntur etiam ſubtiliſſimi ſpiritus arte ciniflonum extracti. Verum ut ut admiſerimus aërem vel ætherem tenuiſſimum ingredi ſpatium ab hydrargyro relictum, non tamen hoc, quod putant, poſſet contingere: neq; enim ſuſpenſus tum hæreret hydrargyrus illa qua diximus menſura, ſed deflueret ad æquale libramentum cum hydrargyro in vaſculo extra tubum contento.

Prædictis argumentis quibus vacuum è rerum natura explodere conantur, addamus quoque alterum multo prioribus fortius. Nempe ex eo quod adplicita materia valde calida ad partem tubi vacuam hydrargyrus aliquantum deſcendat, applicita vero materia frigida hydrargyrus aliquantum adſcendat, ex eo, inquam, colligunt corpus aliquod eſſe in parte tubi vacua, quod calore dilatetur, frigore vero conſtringatur, ac proinde hydrargyrum aſcendere faciat. Vel una hæc ratio ſuffecit, ut multi à veritate deſciverint, novumque aliquod elementum introducere conati ſint, quod corpus eſſet & tamen nullum haberet pondus. Hoc vero quis fieri poſſe exiſtimet? Attamen quia argumento huic multum tribuunt, operæ pretium eſt ut & huic quoque occurramus.

Dico igitur nullum eſſe corpus, ſive ſit aqua, ſive hydrargyrus, ſive denique ipſum vitrum, quod calefactum aliquam ſaltem ſubſtantiam ex potentia ſuæ materiæ

producere non valeat, quæ vicem corporis suppleat. Consideremus thermoscopium, putant unum eundemque aërem supernè incumbentem aquæ pro ratione caloris aut frigoris ambientis dilatatum aut compressum inclusam aquam vel adtollere, vel deprimere: Atqui id aliter sese habet. Aër in superiori parte thermoscopii conclusus, non idem semper est quantitate. Calor enim ambiens & vitrum permeans, pro ratione suæ intensionis, novos subinde producit & suscitat vapores. Frigus vero, sive potius calor remissior, efficit ut illi eo unde venerunt redeant. Idem in hydrargyreo contingit tubo. Vacua est pars tubi quæ est sine hydrargyro. Sed si huic parti admoveris materiam aliquam valde calidam, jam quidem pars illa tubi non desinit esse vacua, aliquid tamen de spatio amputatur. A calore quippe foris adfluente partes hydrargyri tenuiores dissolvuntur; illæ vero solutæ & separatæ non totum pervadunt vacuum, sed, quia pondus habent, infra subsistunt, arctissimeque cohærent hydrargyro, cujus superficiem eatenus disponunt & deprimunt, donec idem sit pondus hydrargyri cum incumbente vapore seu effluvio suo, atque antea erat solius hydrargyri.

CAPUT X.

Solvuntur argumenta vacuum oppugnantium.

NUnc videamus quænam illa sit virtus quæ efficit ut aquæ ad pedes $31\frac{1}{2}$ in antliis adscendant, hydrargyrus vero ad pedes duos & quadrantem, cæterique liquores pro ratione gravitatis suæ, ita nempe, ut semper portio contenta tubis æqualem canalem habentibus, ejusdem semper sit ponderis.

Pedes

Pedes quippe $31\frac{1}{2}$ aquæ æquiponderant pedibus $2\frac{1}{4}$ argenti vivi. Hydrargyrus enim decima quarta ſui parte aqua eſt gravior. Eadem eſt ratio olei, bituminis, omniumque liquorum. Semper hæc ſibi conſtat ratio, ut quale ſit pondus liquoris ad liquorem, talis quoque in tubo ſit altitudo ad altitudinem.

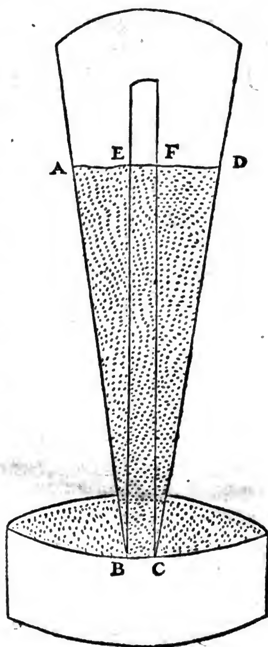
Hujus rei cauſa vulgo creditur, quod natura, ut dicunt, fugiat & horreat vacuum. Sed ſi vacuum non detur, ſtultum eſt dicere naturam fugere aliquid quod non ſit. Ubi ratio & experientia & ipſa demum natura loquuntur, illic nec Ariſtoteli, nec ulli mortali locus eſt. Recte judicarunt qui vim prementis aëris cauſam hujus phænomeni eſſe dixere, quantum nempe eſt pondus incumbentis foras aërei cylindri, ſeu potius coni coluri, tanti quoque eſt ponderis portio illa ſive hydrargyri, ſive aquæ, ſive alterius liquoris, quæ intra tubum ſuſpenſa eſt. Facile hoc ex eo colligitur, quod pro ratione altitudinis aëreæ, creſcat quoque vel decreſcat in tubo ſtatura hydrargyri. Altius ſurgit hydrargyrus in profundis fodinis quam in vallibus aut planitie: altius hic quam in montibus. Quod ſiquis ad ſupremam aëris ſuperficiem poſſet penetrare, ipſa docet ratio, hydrargyrum tubo contentum in eodem futurum libramento, in quo ſubſtiturus ſit hydrargyrus tubum ambiens.

Hæc cum ita ſeſe habeant, tamen viri docti non ita pridem ſolido argumento viſi ſibi ſunt demonſtraſſe vanitatem hujus opinionis. Putant quippe, ſi aër pelvi aut catino incumbens æquilibraret hydrargyro in fiſtula ſuſpenſo, neceſſario eventurum ut in anguſti oris fiſtulis altius adſcendat hydrargyrus, ac in tubis latiori præditis oſtio, quod quia non fit, ideo alias hujus phænome-

ni rationes reddere sunt conati. Sed staticæ rationes ad quas provocant, longe aliud jubent. Tubus sive amplum sive angustum habuerit canalem, æquali semper libramento sustinet hydrargyrum. Pelvis similiter quæ repleta est hydrargyro, sive ampla sive modica admodum fuerit tantumdem efficit. Non enim universus aër incumbens universæ pelvi sustinet cylindrum hydrargyreum, sed tantum illa aëris portio, quæ tubum proxime ambit. Quod si etiamnum accuratius scire velis quantillam partem hydrargyri in catino positi urgeat aër qui æquilibrium facit, hoc sic poteris indagare. Ex diametro hydrargyrei cylindri collige aream circuli. Dein alium concipe circulum, qui eatenus distet ab exteriore tubi ambitu ut area comprehensa inter hos duos circulos æqualis sit prædicti cylindri areæ. Jam dico totam vim aëris prementis incumbere plano hujus annuli quo tubi exterior ambitus præcingitur, reliquum vero hydrargyrum, qui in pelvi continetur, nihil conferre momenti ad sustinendum hydrargyreum hunc cylindrum, cum cæteræ hydrargyri aërisque prementis partes, illa tantum urgeant puncta quibus perpendiculariter imminent. Quanto itaque major fuerit canalis, qui hydrargyrum admittit, tanto quoque majus erit spatium annularis plani.

Adjungamus & alterum argumentum quo vacuum expugnare conati fuere viri nonnulli eruditi. Dicunt nempe, si quis accipiat vitrum calathoides ABCD illudque hydrargyro impletum invertatur ac mergatur in vasculo BC, hydrargyrum descensurum ad eandem legem, atque in cylindro EBCF. Atqui tamen inquiunt osculum BC magis premi debebat à toto hydrargyro ABCD, quam à parte ejus EBCF. Hinc con-

concludunt non esse aërem foras prementem qui hydrargyrum in calathoide & cylindro sustineat, si enim hoc esset, hydrargyrum in calathoide longe inferius descensurum quam in cylindro. Sed valde errant qui sic ratiocinantur. Osculum enim BC non magis premitur à toto hydrargyro ABCD, quam à parte illa quæ cylindro EBCF continetur. Hydrargyrus quippe qui est ad ostiolum BC non premitur nisi ab illo hydrargyro qui ad perpendiculum huic imminet, quemadmodum etiam in aliis contigit corporibus. Pondus itaque AEB quod non est perpendiculare ostiolo, premit latus AB & similiter Pondus FDC sustinetur à latere DC.



Alterum quoque argumentum petunt à subsultatione hydrargyri, quando primum tubus invertitur; verum istud multo etiamnum prioribus est infirmius. Nam quod putant nullam huic reciprocationi causam posse adsignari, in eo omnimodo falluntur; ratio enim hujus subsultationis hæc est, quod hydrargyrus cum primum descendit, ipso lapsu gravitatem acquirat, & quanto altius

tius decidat, tanto quoque inferius descendat, donec post aliquot reciprocationes cum aëre foras incumbente faciat æquilibrium.

Leve quoque & hoc quod objiciunt, si è vitrea sphæra aut alio vase äër exhauriatur, quanto magis is exhaustus fuerit, tanto major nascatur labor in extrahendo reliquo aëre; unde concludunt, cum vacuum, utpote non ens, nullas habeat facultates, non posse ab eo retineri aut assarium aut pistillum antliæ: manifeste igitur retineri ab aëre residuo. Verum id omnino aliter sese habet. Non enim vacuum aut huic permistus aër retinent assarium aut antliam, sed aër foris incumbens, qui quanto magis evacuatur aër inclusus, & imbecillior fit ad resistendum, tanto gravius incumbit assario, tantoque fortius pistillum deprimit & intro agit.

Leve quoque & hoc quod dicunt non posse ulla antlia totum exhauriri aërem. Hujus enim rei ratio manifestior est quam ut explicari debeat. Cum enim pars tantum aëris sphæra vitrea inclusi transeat in antliam, & proportionalis semper esse debeat aër effluens in antliam ad aërem remanentem in sphæra; quis non videat divisionem hanc posse fieri in infinitum, ac proinde hac ratione nunquam universum aërem posse evacuari? Sed vero in tubo hydrargyreo longe alia est ratio, in quo spatium prorsus vacuum relinquitur.

Quæ dico vera esse vel ipsa incumbentis aëris mensura ostendit. Semper hæc sibi constat ratio, ut quanto capacior sit canalis tubi aut antliæ, quo inclusum aërem exsugere velimus, tanto potentior debeat esse virtus attractiva. Ex diametro & magnitudine ostii antliæ seu cujuscunque cylindri, in quo vel aqua vel hydrargyro vel alio modo vacuum efficere velimus, mensura potentiæ

tiæ accipi debet, ita ut unicuique unciæ adſignentur libræ 13$\frac{25}{32}$. Tantum enim eſt pondus incumbentis & prementis aëris.

Siquis ſphæram æream medio diſſectam ita aptet ac muniat, ut hemiſphæria accurate confluant, & ſic ut aëri nullus pateat tranſitus, facile ex præmiſſa ratione intelliget quanta vis eſſe debeat, quæ, ſi aër exſuctus fuerit, hemiſphæria à ſe invicem poſſit divellere. Ponamus diametrum circuli ubi diſſecta eſt ſphæra, eſſe ſeſquipedalem ſeu unciarum octodecim, jam area plani circularis erit unciarum 196. Potentia igitur quæ hæc hemiſphæria divellere poſſit, futura erit librarum 2700 & pauxillum quid amplius.

Adeo vero firmiter hæc ſibi conſtat ratio, ut quocunque modo aliquis id ipſum velit experiri, eadem ſemper maneat menſura, ſive corpus unde aërem exhaurire velimus, ſit ſphæricum, ſive cylindricum, ſive etiam planum. Dummodo partes firmiter hæreant, eadem erit ratio ad diſtrahendas ſe mutuo contingentes ſuperficies.

Ex follibus undique obturatis, ex coriaceis ſegmentis aqua aut lotio maceratis, qualibus pueri ad attollendos utuntur lapides, aliiſque vulgaribus experimentis adſtrui hæc poſſit ſententia, ſed ſufficere puto ea quæ adduximus.

CAPUT XI.

Aëris altitudo oſtenditur.

HOc documento ſtabilito, metiamur nunc aëris ſive atmoſphæræ altitudinem, quæ facili ſatis hinc conficitur ratiocinio. Nempe obſervavere complures & in Galliis & in Italia hydrargyrum pro altitudine loci ma-

gis magiſque deſcendere. Quamvis omnes illorum obſervationes necdum viderim, hoc tamen pro certo comperi, hydrargyri cylindrum ad viginti ſex pollices & aliquanto amplius in planitie elevatum, in monte tribus pedum millibus edito, decreviſſe tribus circiter pollicibus. Sic itaque pergo, ſi tres pollices hydrargyri dant altitudinem pedum 3000, jam 26 pollices dabunt pedes 26000. Aëris itaque altitudo ſecundum hunc calculum, erit millium paſſ. $4\frac{2}{5}$ ſive unius leucæ Germanicæ & $\frac{1}{12}$.

Aliquid tamen demendum de hac menſura, quia peccatum nonnihil fuiſſe cenſeo in montis altitudine colligenda. Nam uti docuimus alibi, qui inſtrumentis nulla adhibita refractionis ratione montes metiuntur, majus his adſignant perpendiculum, quam reverà faciendum ſit. Quantum autem ab hac ſumma ſit auferendum, ut vera habeatur menſura, de eo in meteorologicis diligentius inquiremus. Hoc unum nunc ſignificamus, hunc eſſe certiſſimum modum colligendæ & aëris & montium altitudinis, nec obſtare inæqualitatem vaporum, quo minus hæc ratio vera maneat. Si pedum duorum & quadrantis tubum adſumſeris, ubique terrarum altitudinem aëris ac illud præterea poteris cognoſcere quantum à terræ abes ſuperficie. Quod ſi in altis verſere montibus, multo etiam breviore licebit uti tubo, qui nihilominus deſiderio ſatisfaciet.

CAPUT XII.

Supra aërem eſſe vacuum, fruſtraque ibi aliud quæri corpus.

HIs ita conſtitutis clarum fit quantopere fallantur ii, qui triplicem aëris regionem faciunt, ſupremamque

mamque ad lunam & ſidera uſque producunt. Si ſupra atmoſphæræ ſuperficiem ſuccederet corpus aliud, utique id premeret atmoſphæram, nec ſpatium in tubo vacuum relinqueretur, cum nullum corpus ſit ſine pondere. At vero jubet ratio & oculus percipit, id quod ſupra hydrargyrum in tubo eſt ſpatium, eſſe ſine corpore & ſine pondere. Talia ergo ſunt etiam illa ſpatia quæ ſunt ſupra atmoſphæram.

Fruſtra vero argutantur nonnulli, & ætherem & auram neſcio quam ſubtilem excogitarunt, quæ pervadat omnia & vel nullum vel inſenſibile habeat pondus. Nempe putant lignum, corium & chartam poros habere adeo tenues ut aër intrare nequeat. Quia tamen vacuum in illis non admittunt, & recte quidem, ideo neceſſarium eſſe exiſtimant, ut ſubtilis quædam ſtatuatur materia, quæ hos meatus intrare & implere poſſit. Sed vero nihil imbecillius hoc argumento. Cum enim aqua, oleum & ipſum quoque argentum vivum hæc corpora facillime penetret, quis aëri tranſitum negaverit? Sublata itaque cauſa quamobrem talis materia ſtatuatur, ipſa quoque tollitur materia.

Multo vero abſurdior hæc reddetur opinio, ſiquis hanc materiam aut auram ſubtilem, compactum & conſtipatum eſſe dixerit corpus, uti nonnemo nuper adſtruere eſt conatus. Nempe putat ille auram iſtam ſubtilem, quamvis vitrum cribri inſtar penetret, ubi tamen aër fuerit exſuctus, & premitur undique ſphæra vitrea ab ambiente aëre, non eadem facilitate qua ingreditur denuo egredi, ſed remanere & ſuſtentare latera ne collabantur. Sed quid eſt nugari ſi hoc non ſit?

Sufficere hæc debebant ad convincendam eorum ſententiam, qui nihil inane, ſed omnia corporibus plena

esse existimant, quo tamen magis hæc opinio ex animis quorundam exstirpetur, hæc & plura alia addi possint: Si non foret vacuum, sed omnia intermundia aëre aut alia materia essent repleta, lumen ubique cerneretur, astra vero non cernerentur. Refractio radiorum omnia turbaret, quæ tamen nulla est in locis supra aërem. Siderum stellarumque motus rapidissimi non constarent. Nec continuus nec æquabilis esset illorum gyrus, præsertim si nova subinde non succederet & instaret potentia. Stridor terræ aërem perrumpentis & permeantis exaudiretur. Cum vero nihil horum eveniat, superest ut tellus & reliqua sidera moveantur in vacuo. Non alibi quam in solo vacuo datur motus continuus & æquabilis. Semel mota corpora semper illic moventur, donec vel interno vitio, vel Dei voluntate, cessent rotari.

Plura de vacuo dicenda supererant, quomodo nempe hujus beneficio multa fieri possint vitæ humanæ perquam utilia, multa item damnosa; sed quia ad præsens minus faciant institutum, hæc ipsa in aliud tempus reservabimus.

Caput XIII.

Qualis sit lucis motus in vacuo.

Constituto tandem vacuo redeamus ad lucem, ac videamus, quo pacto illa in vacuo subsistat, quoque in eo moveatur modo. Creditur vulgo lumen non adesse ubi nihil est quod luceat. Verum non succedit ratiocinium hoc, Non adparet, ergo non est. Ne in puro quidem aëre lux est visibilis, nemo tamen in eo lumen esse negaverit.

Quod vero dicunt, locum ubi lumen sit, non esse perfecte

fecte vacuum, istud tantum abest ut negare velim, ut etiam adfirmare audeam, nullum esse punctum in rerum natura, in quo non sint infiniti motus vere & realiter, ut loquuntur, existentes. Concedo hac ratione nihil in rerum natura esse vacuum. Sed vacuum cum dicimus, intelligimus locum in quo nullum sit corpus. Lucem vero diximus esse incorpoream.

Jam vero quod dicunt, absurdum esse motum statuere, ubi nihil est quod movetur; ipsum id nobis quoque absurdum videtur. Sed lux, sonus, anima, odor, vis magnetica, quamvis incorporea, sunt tamen aliquid. Ut itaque fatemur non posse moveri corpus, nisi corpus præsens sit, ita vicissim censemus res incorporeas, sive illæ è potentia corporis procedant, sive sua sponte subsistant, posse moveri in vacuo.

Corruit & hoc quoque, Ubi nullus est contactus, ibi nullum esse motum. In speculo, etiam in uno puncto, mille imagines se mutuo contingentes, possunt existere. Est ergo contactus etiam in incorporeis.

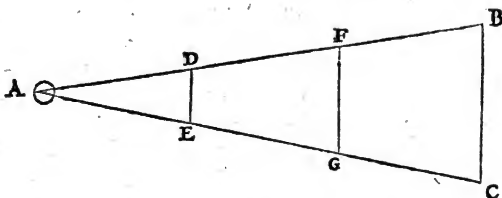
De modo vero quo lumen trajicit spatia vacua, nequaquam dubitandum, quin omnes radii à corpore lucido sparsi recti sint & simplices. Quia enim nullum corpus occurrit ad quod impingant & à quo reflectantur, sequitur etiam ut luminis effluvium sit uniforme, continuum & semper sibi simile.

Motum autem luminis in vacuo esse instantaneum, ex iisdem constat rationibus, cum enim nihil sit quod motum hunc moretur, statuendum necessario, lumen simul existere cum lucente corpore, radios ejus statim integros adparere, nec successive prius vicina quam remota, sed eodem temporis puncto omnia simul collustrare. Si lux corpus esset, secus contingeret, cum nullum corpus

ſimul duobus locis eſſe poſſit. Sed corporis lucentis imago, id eſt lux, cum ubiq; præſens eſſe poſſit, & omnia puncta illuſtrata imaginē corporis lucentis contineant, ſequitur neceſſario, lumen moveri in inſtanti.

Ex eo autem quod in inſtanti tota producatur lux, ſequitur etiam lucem in infinitum progredi ſi nulla obſtent corpora. Scio quidem aliter opinari complures qui de luce ſcripſere, qui radiationem per lineas fieri, ac alios radios aliis longiores, omnes tamen finitos eſſe exiſtimant; verum horum ſententiam nequaquam probo. Lucis eſſentia continua eſt, neque conſtat è partibus aut lineis, neque debent nos fallere radii adparentes circa ſidera ac candelas, illi enim formantur à pilis palpebrarum. Ut ſciamus lucem radiare in infinitum, ſufficit hoc ſaltem conſiderare, quod quantumvis longe ab origine progrediendo magis magiſque diſſipetur lux, nihil tamen ex hac pereat, ſed ſemper recolligi poſſit eadem qua exit quantitate, idque in quacunque diſtantia.

Eſto vel Sol vel quodcunque aliud lucidum A, unde



procedant radii comprehenſi angulo B A C. Dico in quocunque intervallo colligantur radii, æqualem ſemper fore luminis portionem. Quantum enim illuſtratur D E, tantum quoq; luminis continetur in F G, vel B C, con-

constabitque hæc ratio in infinitum, dummodo idem maneat angulus, & pro mensura distantiæ crescat quoque mensura objecti quod illustratur, sive illud sit speculum sive lens crystallina, sive quodcunque aliud sphæricum vel concavum vel perfectum.

CAPUT XIV.

Quid luci contingat in ingressu corporum.

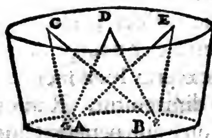
AC talis quidem est lucis natura in spatiis inanibus, pura nempe, incorporea, invisibilis, infinita recta promanans, & in instanti, nisi ubi corpora obstant, omnia implens. Nunc videamus quid lumini eveniat in ingressu aëris, vitri, aquæ, cæterorumque pellucidorum corporum. Alias hic rerum vices succedere & excepto tantum eo quod incorporea maneat, cæteras lucis facultates immutari, nemo, ut opinor, diffitebitur. Radios namque infici qualitate corporum quæ aut penetrat aut adtingit saltem, apud omnes in confesso est.

Tum quoque visibile fieri lumen admittunt plerique. Quamvis enim in aëre raro & tenui non percipiantur radii, constat tamen eosdem fieri perceptibiles, si aër paulo fuerit constipatior. In aqua & vitro aliisque solidis pellucidis id ipsum multo clarius adparet. Manifeste in illis lumen cernitur, & quidem tanto clarius, quanto corpus illustratum magis fuerit solidum.

Radios non ut ante in vacuo recta progredi, sed frangi & repercuti pro ratione materiæ quam adtingunt, & hoc quoque notum est. Verum modus & ratio quam natura servat, dum obvia quæque corpora lumine suo perfundit, hactenus quod sciam compertum est nemini. Scripsere quidem complurimi de hac re, vexatissimaque est illa opticæ pars quæ agit de refractione, sed peccavere plerique

plerique in ipsa principia dum refractionem tantum in superficie fieri contendunt, radiumque perpendicularem irrefractum penetrare, nihilque omnino pati existimant. Operæ itaque pretium fuerit aliquanto hic diutius immorari, rationemque reddere, qua & illorum error palam fiat & simul veritas elucescat. Omnium opiniones recensere nihil hic adtinet, abunde id præstitere alii: Sufficiat de opinione Cartesii, quæ maxime recepta est hoc seculo, pauca dicere.

Duas is proponit similitudines, quibus motum luminis per corpora explicare conatus est. Prior hæc est.



In lacu calcatis uvis pleno, infra vero in A & B perforato, dicit particulas vini quæ hærent circa C, eodem momento simul ac foramen A patuerit, recta descensum ad illud affectare & simul ad foramen B. Mox subdit, *eodemque tempore quæ circa* D *&* E *per hæc ipsa foramina descendere properant; ita tamen ut nulla harum actionum alteram impediat, & ne ipsi quidem ramusculi immixtorum scaporum resistant.*

Sed crassus hic profecto est error. Nullum enim corpus sive fluidum, sive solidum, sive ex utroque mixtum, in tali situ diversis locis premere potest. Puncta inferiora ab iis tantum punctis premuntur quæ perpendiculariter inferioribus imminent. Si vas pertusum aqua impleveris, quot foramina infra aperueris, totidem cava perpendicularia in superficie aquæ conspicies.

Quod autem facit differentiam inter motum, & propensionem ad motum, & hoc quoq; OEdipo opus habet. Natura non habet propensionem ut illuc moveatur, quo

ire

ire non poteſt. In vaſe pertuſo aquæ nulli imminentes foramini, non urgent exitum; deſcendunt tantum ad cavitates ſuperficiei implendas. Illic demum perpendiculares factæ urgent aquas exeuntes, & ſimul ipſæ exeunt.

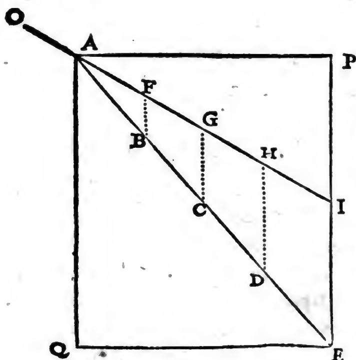
CAP. XV.

Refractionem non fieri in ſuperficie.

ALtera ſimilitudo qua lucis naturam explicare conatur, deſumta eſt ex motu pilæ: prout enim hujus inclinatio regitur ad modum ſuperficiei quam vel adtingit vel penetrat, eodem modo putat vel reflecti vel refringi lumen. Hac comparatione quamvis ante Carteſium uſus quoque ſit Keplerus, multis tamen nominibus peccat, nulloque prorſus modo poteſt defendi. Licet enim ſupponamus pilæ motum ſemper æqualem, hoc eſt infinitum, nihil tamen habebit ſimile cum radiis lucis, non ſucceſſive ſed in inſtanti promanantibus. Modum præterea & rationem refractionis adſecutus non eſt, cum in ſola ſuperficie refractionem fieri exiſtimat, ac linteo ſupra aquam vel aërem extenſo comparat. Scio quidem communem omnium opticorum eſſe opinionem lucem in ſuperficie tantum frangi, quia nempe radii refracti à radiis veris quoad oculum ſeparari videntur ſimul ac denſius diaphanum ingrediuntur, tantum tamen abeſt ut hoc ita ſeſe habeat, ut potius contrarium verum ſit, nihilque omnino in ſuperficie corporis diaphani patiantur radii.

Sit vas aqua plenum P Q. Oculus in O. Radius verus A B C D E. adparens A F G H I. Dico luci ex O in A promananti nihil contingere in ipſa ſuperficie A, ſed demum poſtquam ſuperficiem tranſiit, in ipſa aqua fieri

ſeparationem radii adparentis à radio vero, idque pro ratione & copia aquæ quæ oculum & rem ſub aqua viſam intercedit. Itaque oculo in O conſtituto, nummus aut annulus B refractus comparebit in F. Idem nummus ad punctum C merſus adparebit refractus in puncto G. Pari ratione punctum D in H, & E in I refracte videbitur, ſemperque hæc conſtabit ratio in omni radio tam perpendiculari quam inclinato, ut pro ratione intervalli, quo diſtat res ſub aquis viſa ab aquæ ſuperficie, creſcant quoque vel decreſcant refractionis leges. Itaque quemadmodum ſeſe habet A B ad B F, ſimiliter quoque ſe habebunt A C ad C G, item A D ad D H & A E ad E I.



Valde ergo errant illi, qui ex eo quod radius adparens A I in recta ſit linea, neceſſario conſequi exiſtimant, lucē in ſumma tantū pati ſuperficie, reliquum vero corpus diaphanum tranſire abſq; ulla offenſione. Si hoc verū ſit, cur quæ ſub aquis videntur, non ſuo adparent loco? Quidnam hic ſuperficies poteſt? Qui ſic ſentiunt, nihil pro ſe adferunt, quod non ſit valde frigidum. Ex noſtra vero demonſtratione clarum fit radium adparentē A I non accipere directionem ſuam à ſuperficie A P, ſed ab ipſa aqua, quæ cum homogenea ſit, æqualiter ubique lucem & radios tranſmittit. Hoc

Hoc ut manifeſtius explicem, dico, etiam illic radios refringi, ubi nulla eſt ſuperficies. Qui ſub aqua verſantur, pleraq; ſub aquis ſita, quarta circiter parte propius abeſſe putant. Sed & in aëre conſtituti omnia nobis viciniora adparere alibi ſatis, niſi fallor, luculenter oſtendimus.

CAPUT XVI.

Refractionem fieri etiam in perpendiculari.

VEniamus nunc non ad unius Carteſii, ſed ad communem omnium opticorum errorem, putantium radios oblique incidentes refringi, ſolum vero perpendicularem nihil pati, ſed integrum & irrefractum uſque ad fundum medii denſioris penetrare. Ut itaque hujus quoque phænomeni veritatem cognoſcas, accipe vas aliquod recto & perpendiculari præditum labro, impleas hoc aqua: dein ſic conſtituas oculos ut uno interiorem labri oram, altero exteriorem poſſis contueri. Hoc facto, vel ſolis oculis poteris colligere fundum vaſis multum adſurgere. Ut tamen ſcias, quanto fundus adparens vero fundo altior videatur, immitte in vas nummum argenteum, ita ut oram labri contingat. Alium dein ſimilem adplica exteriori labro & fac ut inter utrumque nummum ſolum interſit labrum. Quia vero in ſimili intervallo res ſub aquis viſæ majores & propiores adparent, neceſſario nummus qui exteriorem oram ſtringit minor & remotior videbitur. Attollas itaque hunc eo uſque donec pari magnitudine & intervallo uterque nummus ſe ſpectandum præbeat. Notes dein quam accuratiſſime locum in exteriore labri ora, invenies illum quadrantem circiter de altitudine totius aquæ amputare. Tanta itaque eſt refractio luminis & radiorum perpendiculariter advenientium. De his orta

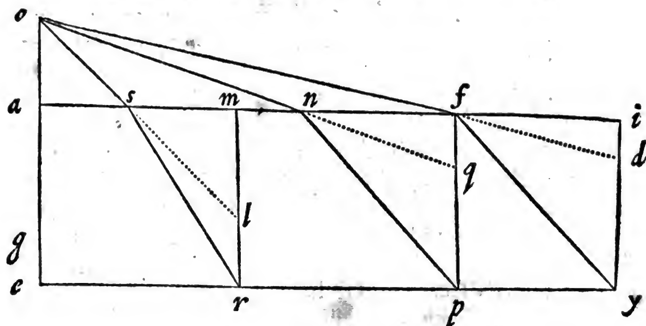
ta Bruxellis ante quinquennium circiter apud Serenissimam Suediæ reginam controversia cum nostram proposuissem sententiam, tantum absuit ut adsensum impetrarem, ut potius me in principia peccare adfirmarent. nullam enim, inquiebant, esse Optices scientiam si convellantur hæc duo Effata, quibus stabilitum sit refractionē fieri in superficie tantum, & præterea perpendicularem nullam pati refractionem. Prius tamen visi sunt tandem agnoscere, persuasi potissimum iis quæ olim ad Melam annotavimus. Alterum vero, refractionem nimirum perpendicularis, nullo modo admittere voluerunt. Oculorum tamen indicio convicti, de vocabulo litem movere cœperunt dicentes incidi quidem radium, non tamen frangi. Verum ex iis, quæ mox dicentur, manifestum fiet, ut spero, idem accidere perpendiculari radio, quod inclinato, nec hunc magis quam illum frangi.

Porro priusquam ad alia refractionis pergam phænomena, præterire non possum insignem Willebrordi Snellii observationem, quæ unice sententiam nostram confirmat. Quantus vir ille fuerit in universa mathesi, quamvis ex iis quæ palam prostant scriptis satis colligi possit, multo tamen idipsum clarius constaret, si fata permisissent illa quoque perficere, quæ utique perfecisset, si vel paulo diuturniorem Deus vitam indulsisset. Inter alia vero præclara quæ reliquit monumenta, supersunt quoque tres libri optici, quorum usuram superiori hyeme concessit mihi filius ejus.

Quia illi necdum prodierunt in lucem, dignissimi tamen qui prodeant, adponam hic theorema, quo nullum in tota optica nobilius & utilius exstat. Sic vero se habet.

Radius incidentiæ verus ad adparentem in ejusdem generis medio, rationem semper habet eandem.

Sic



Sit vas parallelepipedum aqua plenum AEIY. Oculus in O positus rem in E sitam non videbit in loco suo, sed altius; nempe in G. Quamobrem in aqua alius est radius verus AE, alius adparens AG. In reliquis qui ad perpendiculum non inspiciuntur, eadem omnino est ratio. Sit enim res obliquè spectata R, ea per RS, inde per SO, refracte ad oculum O venit. Jam vero etsi res intra aquam per RS fluat, tamen per SL in directum ipsius O manare videre, & oculus rem non in R, sed in L se videre existimat in perpendiculari MR. Unde efficitur radium verum RS, adparentem vero esse SL. Aio igitur Deum unicum & optimum naturæ architectum hanc legem radiis diversa media permeantibus præscripsisse, ut omnes omnino radii veri & apparentes eandem semper inter se servent analogiam. Quemadmodum itaque in perpendiculari, verus radius AE se habet ad suum apparentem AG, ita quoque se habet SR verus radius, ad adparentem SL, & similiter NP ad NQ, item FY ad FD.

Quantam utilitatem habeat hoc theorema, nemo optices ſtudioſus non ſtatim percipiet. Vel hujus ſolius beneficio innumeræ poſſunt ſolvi quæſtiones, quæ ab opticis moventur, nec tamen explicantur. Hinc quoque facile colligi poteſt qualis ſit illa linea quam in aqua & vitro deſignat refractio, quam alii conicam, alii hyperbolicam, alii denique parabolicam eſſe voluerunt. Sed ſi lineam duxeris, quæ per G L Q D & ſimilia extrema adparentis lineæ puncta tranſeat, longe id ſe aliter habere intelliges. Una quippe linea recta tribus diverſis punctis ſecare poteſt hanc refractariam. Hinc clarum fit eſſe conchoidem, non quidem Nicomedeam aut Antinicomedeam, ſed aliam ſui generis, cum ſint ſeptem diverſa conchoidum genera. Verum de his videatur prædictus Snellii liber, qui jam dudum lucem meretur.

Cap. XVII.

Quomodo fiat refractio, & qua proportione.

Redeamus nunc ad Phyſicam, & inquiramus, quænam ſit naturalis ratio quamobrem radii ad occurſum corporum ita afficiantur. Diximus lumen in vacuo non adfici nec pati quidquam, inviſibiliter tamen in eo eſſe. Quod lux fiat viſibilis id totum corporibus debetur, illa quippe ſunt tanquam inſtrumenta per quæ lumen ad ſenſus noſtros adpellit. Quanto vero corpora ſint denſiora & ſolidiora, modo fuerint pellucida, tanto efficacius & viſibilius lumen illis adeſt ſi illuſtrentur. Itaque lux eſt viſibilior in aqua quam in aëre, in vitro & cryſtallo vero viſibilior eſt quam in aqua. Veruntamen quanto denſiora ſunt illa ſubjecta in quæ lux agit, tanto plus patitur lux. Retunduntur enim radii à reſiſtentia cor-

corporis, & si ad perpendiculum incidunt, minus longe progrediuntur, sed in se conduplicantur: si incidant oblique, alio resiliunt & tum quoque, licet minus, debilitantur. Manifeste hoc videre est in baculo aquis ex parte merso, quem si ad perpendiculum inspexeris, portio aquis mersa, quanto profundior fuerit, tanto exstantior & crassior adparebit. Nam cum corpora in aqua quoad visum eleventur, de lumine vero nihil perire possit, necessarium est, ut totum id quod longitudini decedit, latitudini addatur.

Cæterum leges quibus inciduntur & retunduntur radii à corporibus, ex ipsorum corporum densitate sunt petendæ. In adamante engyscopiis adjutus comperisse mihi videor radium adparentem dimidia fere parte breviorem esse radio vero. In vitro radius adparens una tertia brevior est radio vero. In aqua radius adparens una quarta brevior est radio vero. In aëre radius adparens una tantum octingentesima parte brevior est radio vero: octingenties enim circiter aqua densior est aëre. Semper itaque refractionum mensura est colligenda non ex mensura & extensione spatii, sed ex mensura densitatis corporum. In densissimis corporibus maxima fit refractio, in rarissimis minima, in vacuo vero nulla.

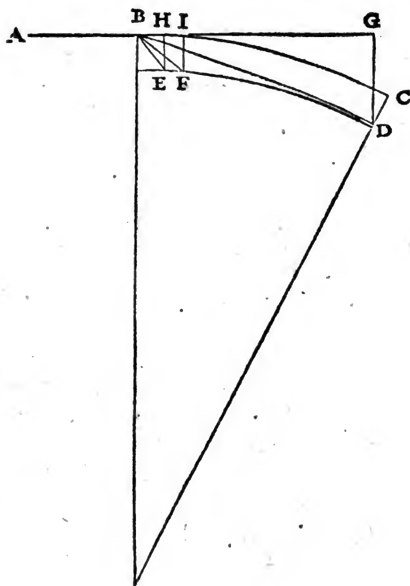
Caput XVIII.

Solis & montium refractio quomodo fiat.

Mirum procul dubio videbitur cum tantilla sit refractio in aëre, qui fieri possit, ut vera sint ea, quæ de longinqua montium adparitione alibi scripsimus. Verum facile se hinc explicabit siquis ad naturam refractionis adtendat. Duo sunt consideranda in hac, unum

id

id quod jam diximus, nempe radium quomodocunque incidentem ſemper breviorem videri, in aqua quarta ſui parte, in reliquis corporibus illa fere qua diximus proportione. Verum hæc ratio non ſufficit ad probandum phænomenon noſtrum. Licet enim merito ſtatuamus, refractionem in aëre terris vicino multo eſſe majorem prædicta menſura, propter denſiorem mixturam vaporum, ſolus tamen hic effectus præſtare non poteſt, ut montes & ſol tam alte ſub horizonte merſi denuo in adſpectum veniant. Recurrendum itaque ad alterum refractionis effectum, illum nempe qui facit, ut quanto longius à perpendiculari diſcedant radii incidentes, tanto altius reſiliant, & tanto majorem efficiant refractionis angulum. Hæc ſola ratio ſufficit ut montes & ſidera multum infra horizontem depreſſa denuo compareant, & hoc ipſum quod exigua admodum ſit aëris refractio, præcipua hujus phænomeni cauſa eſt. Solida enim diaphana aut denſa valde, deſinunt eſſe diaphana ſi nimium extendantur & dilatentur: & ut id aliter foret, tamen radii priuſquam ad oculos pervenirent, impacti in terram neceſſario deficerent. Conſtituatur oculus extra atmoſphæram exienſque ab eo radius AB impingens in partem atmoſphæræ BCDE ad punctum B, manifeſtum eſt hunc radium ſi impingat ad punctum B non progredi ad punctum G, ſed frangi & ingredi atmoſphæram. Jam vero ſi tanta eſſet atmoſphæræ refractio, atque eſt vitri, clarum eſt illum non longe progreſſurum ſed declinaturum terram verſus ad punctum E facto angulo GBE gr: 48. min: 11. tanta quippe eſt maxima in vitro refractio. Oculus itaque A videbit punctum E refractum ad punctum H. Si atmoſphæræ tanta eſſet refractio atque eſt aquæ, aliquanto



quanto longius progrederetur prædictus visorius radius nempe ad punctum F, facto angulo GBF gr: 41. 24. Ac tum quidem punctum F refractum adparebit ad punctum I. Neuter itaque radius perveniet ad punctum D. Sed vero cum aëris minima sit refractio, longe ulterius progredietur visus, & pertinget ad D per lineam BD, tumque res ad D posita, ab oculo A videbitur in G.

Hinc facile solvitur famosa illa quæstio quæ multos

hactenus exercuit astronomos, unde nempe fiat, ut Canopi sidus alia lege Rhodiis, alia Alexandrinis oriatur. Cum enim Rhodus absit ab æquinoctiali gradibus 36, Alexandria vero gradibus 31, manifestum est discrepantiam latitudinis quinque duntaxat esse graduum. Atqui tamen si oculis & omnium antiquorum auctoritati credere velimus, longe majus debeat esse horum locorum intervallum. Canopus quippe cum Meridianum attingit, quarta parte signi, id est septem gradibus cum semisse, supra horizontem exstat Alexandriæ: idem vero Rhodi horizontem stringit, vixque è locis editis ad breve tempus est conspicuus. Snellius in Eratosthene hanc discrepantiam inde profectam putabat, quod qui Rhodi Canopum orientem observavere, non adtenderint ad altitudinem montis Ataburii Rhodo à meridie oppositi. Itaque existimabat Canopum à Rhodiis videri, non cum horizontem tangit, sed duobus demum gradibus supra horizontem provectum, quando nempe supra montis culmen emergit. Sed error hic nimium crassus est quam ut in eum Eudoxus, Posidonius ac tot alii præstantes Mathematici impingere potuerint. Mons Atabyrius non ad octo tantum, ut ipse credit, sed ad tota quindecim stadia in perpendiculari altitudine referente Gemino adsurgit. Præterea mons iste Rhodiorum civitati non ad austrum, sed ad Septentrionem situs est, est quippe is qui vulgo S. Filermi adpellatur. Ipsa vero civitas liberum prospectat pelagus, cum sita sit in parte insulæ maxime orientali, longeque satis in mare excurrat. Keplerus aliter hanc difficultatem solvere conatur in paralipomenis ad Vitellonem. Putat quippe Canopum aliquot gradibus citius Alexandrinis oriri propter refractionem quam efficiant pluviæ ad montes Lunæ, unde Nilus oriatur. Verum hæc ratio

non

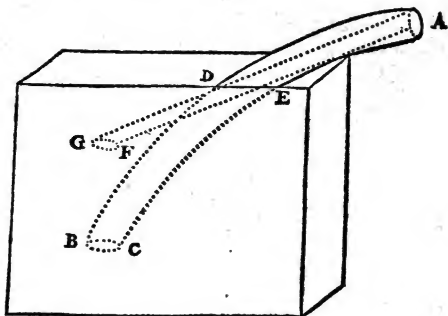
non tantum omni caret colore, ſed & abſurda eſt prorſus. Bis mille paſſuum millibus abſunt ut minimum montes lunæ ab Alexandria. Ut præterea Sol maturius videatur, obſunt, non proſunt pluviæ. Si cœlum nubilum ſit vel pluvium, vel non adparet ſol, vel ſaltem tardius adparet. Prorſus itaque contraria huic phænomeno ratio eſt adſignanda, atque ſit illa quam Keplerus adduxit. Nempe quia Alexandriæ à meridie cœlum ſudum & ſerenum obtenditur, ideo à longiori tractu ſidera refracta viſuntur. Denſior enim & humidior aër efficit quidem ut prope poſita majorem patiantur refractionem, ſed vero ut res longe diſſitæ ad adſpectum perveniant, neceſſarium eſt, ut minor fiat refractionis angulus, uti ex præmiſſa liquet demonſtratione.

Hæc quamvis ipſa ratio dictare videatur, difficulter tamen admittuntur ab iis, qui non intelligunt quomodo res aliqua in atmoſphæra ſita poſſit videri extra atmoſphæram. Ut itaque ſubjectum eſſet, cui inhærere poſſit rei viſibilis imago, atmoſphæræ immenſam admodum tribuerunt altitudinem, aëremque ad quinquaginta & amplius paſſuum millia attolli dixerunt. Verum quam hoc ſit abſurdum, ex iis quæ alibi diximus, ſatis liquide patet. Quum vero putant imaginem rei viſibilis non poſſe videri, niſi etiam ipſa res viſibilis radiis aut rectis aut fractis locum adparitionis contingat, in eo quoque valde falluntur.

Oculus O videat rem C ſitam in fundo medii denſioris A B C. Quandoquidem vero imago rei refractæ ſemper videtur in concurſu perpendicularis rei refractæ & continuatæ lineæ refractionis, neceſſario res

visibilis C adparebit in puncto E. Aufer spatium A F C aut obstrue tabella F C, nihilominus visibile C adparebit in puncto E.

Idem contingit in siphone aut tubo inflexo qui luculentum satis præbet exemplum quo pacto non sol tantum & sidera sed & montes & maria infra horizontem latentia denuo à nobis videri possint. Quamvis hoc alibi monuerimus, quia tamen nonnulli non satis hoc à nobis demonstratum existimarunt, clarius aliquanto id ipsum hic proponemus. Sit siphon curvus A B C manifestum est hunc non esse oculis pervium si in aëre teneatur. Idem vero si aquæ immergatur usque ad superficiem D E statim fiet pervius, & cum revera curvus sit, tunc rectus videbitur. Crus enim interius E C refringitur in E F. Crus exterius D B refringitur in G D. Foramen vero B C refractum comparebit in G F mutata rotunda figura in ellipsin. Totus itaque tubus ab oculo A inspectus pervius fiet & propemodum rectus videbitur,



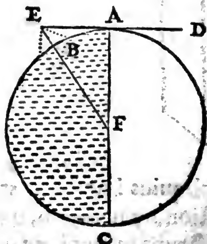
tur, idque tanto magis, quanto obliquius immergatur. Non vero ſatis adtendunt ad refractionum naturam, qui punctum B per lineam rectam in E dicunt refringi, ac ſic per aliam rectam ad viſum pervenire: res enim refracta ſemper adparet perpendicularis rei refringenti, ac unum quodque punctum linearum adparentium exacte imminet illis punctis à quibus ſpecies refringuntur.

CAPUT XIX.

Refractio in luna, & menſura montium lunarium.

TRanſeamus nunc ad lunam, & oſtendamus quod hic in terris idem quoque iſtic contingere, nec naturam adeo ſui diſſimilem eſſe, ut in ſphæra quæ quadragies hac noſtra tellure minor ſit, tam immanes exſtruxerit montes, ut iis comparati terreſtres propemodum colles videantur. Primus qui illos conſpexit Galilæus, idem etiam menſuram illorum prodidit, quam tali ratione indagare eſt conatus.

In parte obscura lunæ vertices altiorum montium à sole illustrati manifeste cernuntur ad distantiam vicesimæ partis diametri lunaris remoti à confinio lucis & tenebrarum. Cum vero diameter lunæ sit 2000 milliarium, qualium terræ diameter est 7000, jam quoque habetur montium lunarium altitudo, idque hoc pacto.



Esto pars obscura lunæ A B C. Solis radius veniens à D tangens terram in A & verticem montis in E. A E vicesima pars diametri est millium 100. Semidiameter vero A F millium 1000. Cum vero triangulum E A F sit rectangulum, erunt quadrata laterum E A & A F, æqualia quadrato basis E F. Junge itaque quadrata laterum & habebis aggregatum 1010000. Hujus radix quadrata major est quam 1004, & minor quam 1005. Ablato itaque F B milliarium 1000, remanet altitudo montis B E millium fere quinque.

Jam vero cum Galilæus nullum in hoc nostro orbe montem plus unius milliaris perpendiculum habere existimet, lunaribus vero montibus tribuat perpendiculum quinque fere millium pass. clarum est illum montibus lunaribus centuplo majorem attribuere molem, quam terrestribus.

Tantum pondus in tam exili corpore, si telluris vastitatem respiciamus, cum nullam prorsus rationem habere videatur, non immerito multos permovit, ut dubitarent de hoc phænomeno. Dissentiendi non levis causa fuit ista, quod lunæ rota in plenilunio non dentata, sed

ſed plena undique adpareret, quod utique non fieret, ſi vaſtis adeo turgeret montibus. Non defuere etiam viri præclari, qui accuratioribus inſtrumentis adjuti, ſpatium quod illuſtratos vertices & confinium lucis ac tenebrarum intercedit, acciderint, deque menſura montium multum abraſerint; efficere tamen non potuerunt, quin immenſa & incredibilis prorſus maneret altitudo. Complures quidem plurima dixere, nemo tamen veritatem quod ſciam attigit, à qua utique non aberraſſent, ſi refractionis habuiſſent rationem. Hæc ſola evincit eandem eſſe proportionem montium lunarium ad corpus lunare, ac ſit terreſtrium ad hanc noſtram terram. Oſtendimus jam olim, nullum eſſe montem in hoc noſtro orbe, qui ad tria paſſuum millia adſurgat. Oſtendimus etiam montes, quorum vertices infra horizontem ſubſident, refractos denuo videri, eorumque ſpeciem ad ſexaginta ac nonnunquam ad ſeptuaginta leucas Germanicas porrigi. Componamus nunc inter ſe hæc intervalla.

Montes lunæ ſecundum accuratiſſimam Hevelii menſuram videntur cum abſunt viceſima ſexta parte diametri lunaris. Diameter lunaris eſt leucarum Germanicarum 500. Apparent ergo illuſtrati montium lunarium vertices à leucis Germanicis 19.

Sumamus jam 26 partem diametri terreſtris. Illa vero eſt leucarum Germanicarum 1718. Hujus viceſima ſexta pars conficit leucas 70. Ad tantum igitur intervallum adparent montes terreſtres.

Quæramus etiam altitudinem montium lunarium. Illa ſic haberi poteſt. Ponamus in hac noſtra tellure ſummam montium altitudinem trium circiter millium paſſuum. Iam ſic pergamus; Diſtantia 70 leucarum in terris dat altitudinem 3 mill. paſſ. ſeu ſtadiorum 24.

quan-

quantum dabit in luna distantia 19 leucarum. Manifeste fient stadia $6\frac{1}{2}$. Tanta igitur est summa montium lunarium altitudo perpendicularis.

Hinc quoque colligitur, quanta sit moles montium lunarium ad montes terrestres. Ex perpendiculari lunæ fac solidum cubicum, erit illud stadiorum circiter 260. Iam vero cum ex hypothesi nostra summa montium altitudo sit minor tribus pass. mill. sive stadiis 24, sumamus 22. Solidum cubicum hinc fiet stadiorum 10648. Divide hunc numerum per priorem, nimirum 260. Efficies 40. Moles itaque montium terrestrium quadragies major est mole montium lunarium. Quanta igitur differentia est totius telluris ad totam lunam, tanta quoque est differentia inter montes terrestres & lunares.

Satis ex his colligi potest, nisi fallor, quantum errent illi qui putant lunæ globum siccum esse corpus, nec quidquam habere similitudinis cum hoc nostro orbe: itaque nec aquam, nec nubes, nec aërem istic esse, nec pluvias descendere, nec quidquam eorum ibi contingere quæ apud nos fieri solent. Sed si nullus hanc sphæram ambit aër, unde ergo tanta refractio? Quod si aërem fateantur, utique etiam & maria & paludes & flumina admittant necesse est, cum absque his nec aër nec vapor ullus possit subsistere. Non itaque probo argumentum viri magni, qui in dialogis de mundi systemate, ex eo quod constans & similis semper sit lunæ adspectus, nec ullam unquam nubium aut aliam in superficie ejus mutationem telescopio deprehendere potuerit, conatus est adstruere nullas illic provenire pluvias; idem quippe in hac nostra tellure contingit. Siquis enim ex sublimi montis vertice nubes infra se positas prospectet, quantumvis eæ condensatæ fuerint & vehementes profude-

rint

rint imbres, eadem tamen manet nubium facies, nec quidquam eorum quæ inferius fiunt, ſpectabitur ab iis qui in ſuperiori verſantur loco. Quemadmodum vero illi, etiam cum defæcatiſſimus eſt aër, terram non niſi obſcure & tanquam per nebulam cernunt, ità neque nos ſolidum lunæ corpus videmus, ſed tantum atmoſphæram ejus. Cum enim major claritas officiat minori, fieri aliter vix poteſt, quin vapores lunam tegentes trans aërem ſpectati difficulter à nobis penetrentur. Præter itaque vertices montium & obſcuram lunæ imaginem ſolas cernimus nubes. Nec alia ut puto cæterorum ſiderum eſt ratio, non Iovis non Saturni, nec ipſius annuli Saturnii. Præter nubes & vapores ſingulos globos & annulum iſtum ambientes, nihil omnino videmus.

Sed neque argumenta probo, quibus adſtruere conatur nulla in luna vivere poſſe animalia. Nam ſiquis recte calculum ponat, inveniet lunam non minus benigno ſolis adſpectu frui & foveri, quam hæc noſtra tellus. At vero ſi in luna eadem dierum noctiumque eſſet ratio, atque hic apud nos, tum ſane frigore eſſet inhabitabilis. In minores ſphæras imbecillius agere ſolis radios ſenſus & experientia docent. Hinc factum ut remotiora à ſole ſidera majora, viciniora vero longe ſint minora. Quod ſi ea non ſemper ſibi conſtet proportio, id aliis compenſatur rationibus. Ut itaq; æqua & convenienti menſura luna calefiat, ita diſpoſuit naturæ architectus, ut quia diurna & citata circumrotatio officiat ad concipiendum calorem, totis quindecim diebus inferius hemiſphærium à ſole illuſtretur ac totidem aliis ſuperius. Præterea ne hyemis rigor partes habitabiles nimium læderet, ita iſtic annum ordinavit rerum conditor, ut cum apud nos inter maximam minimamque ſolis

altitudinem discrepantia sit quadraginta septem circiter graduum, in luna ea differentia decem circiter sit graduum.

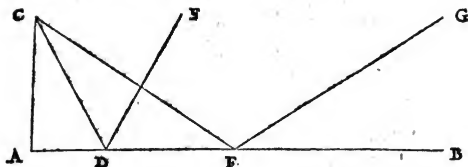
Huic accedit quoque tertium, illud scilicet, quo fortius luna imbibat & diutius retineat impressum calorem, passim montes ita formavit Deus, ut ambitu suo profundas efficiant valles, & adeo quidem, ut nisi umbræ fallant, depressiores sint non modo reliqua tellure, sed & ipsa maris superficie. Hæc cum etiam oculis beneficio telescopii manifeste pateant, non video quamnam suæ opinioni causam possint prætexere, qui sentiunt lunam corpus esse otiosum, & naturam quamvis omnia ad gignendum alendumque ibi disposuerit, nullò tamen id fecisse fine. Verum hæc extra institutum. Revertamur ad propositum, ac causam refractionis doceamus.

Caput XX.

Vera refractionis causa explicatur.

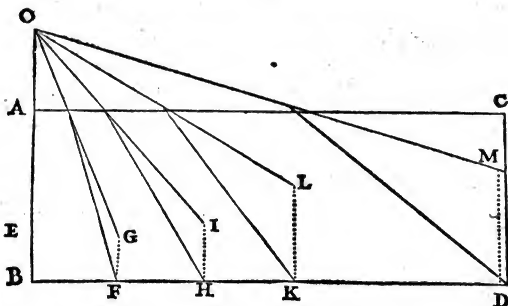
Diximus superius lumen incidens in quodcunq; corpus pellucidum pro ratione densitatis corporis quod ingreditur magis vel minus pati. In vitro aut crystallo radium incidentem tertia, in aqua vero quarta sui parte breviorem videri. In reliquis corporibus pellucidis naturam eandem semper servare legem, ut quanto illa magis sint solida, tanto magis patiatur lumẽ quod incidit, tantoque altius res spectata adsurgat. Radios vero ideo breviores fieri diximus, quia retunduntur pro ratione resistentis corporis, ac quanto altius corpus pellucidum ingrediuntur, tanto magis dilatantur partes ejus inferiores. Idem nempe contingit luci licet incorporeæ, quod clavo è ligno aut alia cedente materia, quem

quem ſi in aliud aliquanto mollius corpus impellas & adigas, retunditur & dilatatur ejus mucro, idque tanto magis, quanto altius penetrat. Vel oculo judice id ipſum clarum fiet, ſi baculum aut cylindrum aquæ immerſeris, manifeſte enim partes hujus quanto profundius aquam ingrediuntur, tanto magis refringentur ac dilatabuntur, & quod longitudini adimitur, id latitudini addi videbitur. Jam vero ſive quis perpendiculariter ſpecies viſibiles ſub aqua aut alio pellucido corpore ſitas contempletur, ſive oblique, eadem ſemper erit ratio radii veri ad adparentem, & ſi pro ratione corporis pellucidi radius perpendicularis adparens tertia aut quarta parte ſit brevior radio vero, tanto quoque brevior erit radius adparens & oblique incidens, quam ſit radius verus & ipſe quoque incidens oblique. Res itaque in aqua aut alio medio denſo viſæ, qualicunque ſitu collocentur, eandem ſemper ſervant legem, & ſi punctum aliquod quarta parte vicinius adpareat oblique ſpectatum, adparebit quoque quarta parte vicinius in perpendiculari. Verum longe diſpar eſt ratio ſiquis ſpecies viſibiles in diverſo medio collocatas non κατὰ μῆκος ſed κατὰ πλάτος conſideret: cum enim quodlibet punctum in perpendiculari ſpectatum in eadem ſemper adpareat linea, in iis radiis quæ obliq; feruntur, longe ſecus contingit, quanto enim punctum aliquod viſibile obliquius videatur, tanto longius à perpendiculari recedit. Ut hujus rei cauſam exploremus, neceſſarium eſt prius explicare naturam radiorum, in ſimile & homogeneum medium incidentium. Ponamus ergo planum aliquod opacum A B, in quod allabantur radii C A, C D, C E. Etiam illi qui parum in Phyſicis verſati ſunt, norunt radium perpendicularem C A omnium fortiſſime incidere in planum



A B. Imbecilliorem vero eſſe C D, magis etiamnum imbecillem C E. Jam vero quemadmodum radii incidentiæ quanto obliquius incidunt, tanto minus habent roboris, ita viciſſim illi in ratione reflexa tanto fortiores ſunt, quanto longius à perpendiculari recedunt. Itaque radius C A omnium fortiſſimus in ratione recta, omnium imbecillimus eſt in actione reflexa. Fortius reſilit D F, fortiſſime vero E G, & ſic porro. Hinc eſt quod glandes è ſclopetis exploſæ ſi κατ' εὐθὺ & ad angulos rectos incidant, non tamen lædant, quando redeunt. At vero eædem tanto magis lædunt, quanto acutiores incidentiæ & repercuſſionis angulos deſcribunt. Ipſum hoc evincit ratio; cum enim motus qui fit in recta linea omnium ſit fortiſſimus, lineæ vero incidentiæ & reflexionis quanto obliquius incidunt & repercutiuntur, tanto propius ad rectam accedant, ſequitur quoque ut ille motus ſit fortior.

Cum vero refractio aliud non ſit quam reflexio interna, ſeu repercuſſio Lucis in ipſo corpore pellucido, minime mihi difficilis videtur cauſa quamobrem radii corpus pellucidum penetrantes quanto obliquius incidunt, tanto quoque altius adſurgere videantur. Sit vas aqua plenum A B C D. Oculus conſtitutus in O, videat nummum aut aliud viſibile in perpendiculari O B. Manifeſtum



nifestum est, secundum ea quæ diximus, quod punctum B non adparebit in suo loco, sed vero una quarta parte superficiei aquæ vicinius nempe in E. Ponatur res visibilis in F, adparebit in G per lineam O G. Promoveatur eadem res visibilis in H, tum videbitur H in I per radium O I. Eadem ratione punctum K spectabitur in L, & D in M. Itaque quanto obliquius res aliqua sub aqua sita spectetur, tanto altius adscendent puncta adparitionis. In hoc solo est differentia, quod in reflexione simplici radii ulterius progrediuntur, & angulos incidentiæ & repercussionis æquales efficiant. At vero in refractione imago objecti visibilis semper ad perpendiculum imminet ipsi objecto visibili.

Hinc porro colligi potest falli eos qui putant radios visus & lucis in ingressu corporis pellucidi curvari & à sua directione divergere. Si enim proprie loquamur, non divergunt nec inclinantur radii qui fracti dicuntur, sed in eadem semper manent directione. Quod enim objecta F, H, K, & D, per lineam non rectam perveniant ad oculum O, id ex illo non contingit, quod radii in su-

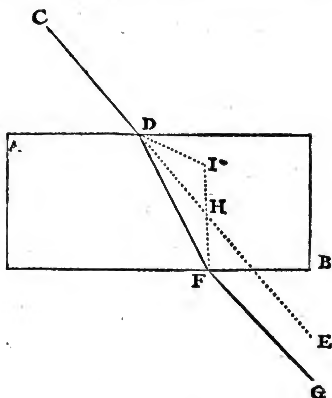
perficie aquæ incurventur, ut vulgo credunt, ſed ex eo quod imago objecti cujuſque viſibilis perpendiculariter adſurgat & reſiliat ad puncta G, I, L, & M, ad quæ radii recti OG, OI, OL & OM poſſunt adpellere.

Caput XXI.

Quare radii oblique in aliquod corpus parallelepipedum incidentes in ingreſſu & egreſſu paralleli ſint.

EX eadem pendet ratione quamobrem radii incidentes in medium denſius & exinde egredientes paralleli ſint, non enim radii in ſuperficie incurvantur, ut vulgo putant, ſed quia objecti depreſſioris imago viſibilis eatenus adſurgit, ut à radio incidente contingi poſſit, ideo radii incurvari videntur, cum tamen illi recta ſemper ferantur. Sit fruſtum vitri aut cryſtalli AB. Notum eſt radium incidentiæ CD non recta fluere ad punctum E, ſed videri alio ferri ad punctum ſcilicet F, & inde egreſſum tendere ad G, ita ut radii CD & FG ſint paralleli. Hujus rei cauſa non ea eſt quæ vulgo creditur, quod radii in ſuperficiebus, hoc eſt in ingreſſu & egreſſu incurventur, quamvis ſic judicant oculi, verum quia imago objecti viſibilis in F adſurgit & reſtringitur in H, ubi videtur aut illuſtratur ab oculo aut lumine conſtituto in C. Ac ſic fit ut objecta F & G, non in ſuo loco, ſed F quidem adpareat in H, G vero in E.

Verum eſſe quod dico, hoc ſic probari poteſt. Ponamus radium aut lineam CD recta ferri ad punctum H, manifeſtum eſt ſecundum leges refractionis punctum H appariturum non in ſuo loco, ſed altius, nempe in I. At vero



vero oculus in C conſtitutus non poterit per radium CD objectum F videre, niſi dicamus radium deorſum deprimi ut objectum viſibile contingat, quod eſt contra naturam refractionis quæ omnia adtollit. Patet itaque verum eſſe quod dicimus, inferiores nempe cryſtalli partes refractas adſurgere, & quemadmodum punctum H refractum adparet in I, ſimiliter F refringi in H. In hoc nempe puncto radius lucis cum imagine rei viſæ concurrit.

Quia itaque inferior cryſtalli ſuperficies altius attolli videtur & punctum, F in H adpareat, neceſſario quoque ſequitur ut radius ſuperne incidens & fundum F non in ſuo loco, ſed in loco adparitionis nempe in H contingens, ab oculo C in recta quidem videatur linea, vere autem effluat in F, tanto nempe inferius, quanto altius attollitur punctum H ſupra punctum F.

C A-

Caput XXII.

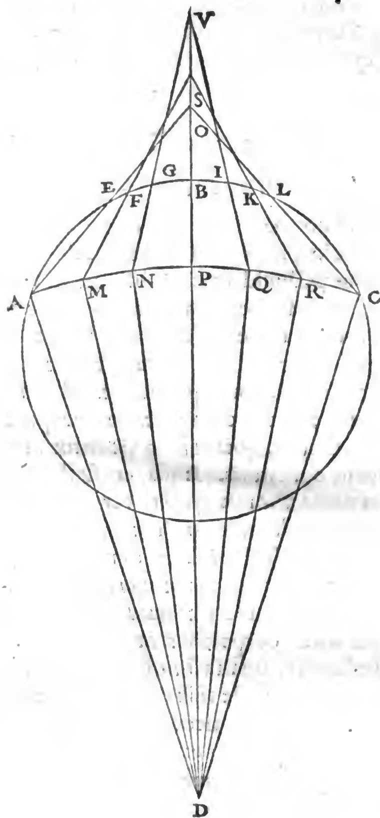
Quo pacto radii afficiantur in ingressu & egressu sphæricorum corporum.

SIt sphæra vitrea aqua plena ABC. Notentur in ea puncta EFGBIKL aut charta aut aliquo colore. Si oculus constituatur in D, prædicta puncta non in suo loco sed vicinius adparebunt, nempe E adparebit in A, F in M, G in N, B in P, I in Q, K in R, L in C. Brevius itaque spatium comprehensum inter E & L, latius explicatum adparebit ab A usque ad C.

Missa dein chartula patiamur, si fieri possit, ut radii effluant. Aio futurum ut omnes quotquot è sphæra proficiscuntur radii, semper eandem servent directionem, ita ut à punctis adparitionis recta transeant per illa puncta unde fit adparitio. Radii ergo maxime obliqui quales sunt AE & CL illi haud longe à sphæra concurrent, nempe in O. Aliquanto longius progredientur MF & RK, concurrent quippe in S; Quanto vero viciniores sunt illi quæ per centrum fertur lineæ, tanto longius progredientur. Itaque NG & QI demum in V concurrunt.

Satis, nisi fallor, manifeste hinc colligi potest, quantum à veritate recesserint illi, qui putarunt radios à visu & luce procedentes in ingressu & egressu sphæræ frangi, nihil vero in medio pati, cum è contrario in medio tantum frangantur, in puncto nempe adparitionis, alibi vero quoad oculum recta ferantur.

Et sane rationi adversatur radios recordari quid sibi in ingressu contingat, idque in egressu imitari aut alio modo compensare. Sic enim si statuamus, dicendum fuerit radios


V
S
O
G
I
E
F
B
K
L
A
M
N
P
Q
R
C
D

radios esse animatos ac sentire quid sibi futurum sit, ut nonnulli existimarunt. Hæc vero nostra methodus, præterquam quod experientia comprobatur, etiam sensui satisfacit.

Caput XXIII.

Omnia corpora simplicia esse pellucida.

HActenus conati sumus ostendere quomodo se habeat lux in spatiis vacuis, quomodo item operetur in corporibus pellucidis tam fluidis quam solidis; superest ut de corporibus opacis dicamus, & quo pacto ad horum occursum lumen adficiatur. Opaca vocantur ea corpora quæ colorata sunt & lucem non transmittunt. Si stricte vocabulum accipiamus, nihil præter vacuum erit pure pellucidum, cum pleraque corpora quantumvis clara videantur, quia tamen videntur, manifeste aliquid habeant opacitatis. Aqua, crystallus & similia corpora, si in densa nimium spectentur copia, desinunt esse pellucida & pro diversitate aspectuum diversos quoque induunt colores. Vel ipse aër quantumvis purus, si multum condensetur, fit opacus & luci impervius.

Jam vero si vocabulum communi & latiori significatu accipiamus de iis corporibus quæ lucem totam repercutere creduntur, qualia sunt lignum, lapides & metalla, ne hic quidem recte mihi sentire videntur, qui lucis penetrationem non concedunt. Uti vitrum, aqua & aër si densa adsit copia perdunt pelluciditatem, ita vicissim illa, quæ diximus opaca, si attenuentur, fiunt pellucida. Si ligni fibras à reliquo corpore separatas in sole observes, sunt perspicuæ. Eadem est ratio terræ & argillæ; si enim singulas particulas & arenas seorsim contem-

templeris, vitri & cryſtalli claritatem iis ineſſe ſenties, præſertim ſi engyſcopiis utare. Per marmor vero,etiamſi cubitalis fuerit craſſitiei,motum candelæ facile animadvertes. Auro nihil ſolidius & denſius, tamen etiam illud ſi in tenues bracteas dilatatum adverſo ſole ſpectetur, fulvus color cœruleo permutabitur, & fiet quodammodo pellucidum. Ut itaque nullum corpus ſive ſolidum, ſive fluidum, adeo eſt diaphanum, ut non aliquid habeat opacitatis, ita viceverſa nullum corpus & ipſum ſimiliter vel fluidum vel ſolidum tam eſt opacum, ut non aliquid ſaltem habeat pelluciditatis ſi in partes concidatur. Quin & hoc quoque addo, nullum eſſe corpus, qualecunque demum ſit, dummodo ſimplex & incompoſitum fuerit, quod non ſit omnino diaphanum. Hoc quo facilius accipiatur, operæpretium fecerimus ſi cauſam & modum opacitatis corporum oſtendamus.

Caput XXIV.

Colores non eſſe lumen, & unde oriantur.

QUod itaque corpora quædam pellucida, alia vero opaca videantur, id non aliunde quam ex colorum admixtione provenire certum eſt. Niſi colores eſſent, omnia pellucida aut alba viderentur. Nullum eſt corpus ſeu fluidum ſeu ſolidum quod non ſtatim fiat pellucidum ſi ab eo ſeparetur color. Quapropter non recte ii ſentiunt, qui colorem vocant lumen modificatum, cum lumen nihil æque contrarium habeat ac colorem. Si colores aliquid in ſe luminis continerent, utique noctu & in tenebris lucerent; quod tamen non fit. Sed expediamus colorum originem & materiam.

Causa igitur & origo colorum omnis eſt ab igne ſeu calore. Hujus rei indicium quod in locis algentibus omnia fere candeant ipſaque etiam animalia albeſcant hyeme præſertim. Albor vero eſt principium potius coloris, quam color, ut mox dicemus. In calentibus vero locis tota eſt colorum varietas. Quidquid ſol benignis radiis colluſtrat, id protinus gratam & jucundam accipit tincturam. Quod ſi in frigidis quoque regionibus nonnulla etiam colorata inveniantur, illa cum admodum ſint rara & imbecilliter tincta, conatum potius deficientis naturæ, quam vim & poteſtatem ejus declarant. Majorem itaque colorum diverſitatem poſſit præſtare una avicula Indica, quam omne volucrum genus quod Norvagiæ Suediæque ſylvas populatur. Eadem cæterorum animalium, plantarum & florum eſt ratio. In prædictis locis ne in vallibus quidem colores ullos rutilos aut vividos invenias, niſi arte parentur, aut ſingulari aliqua ſoli facultate proveniant. Quod ſi quis etiam ulterius verſus ſeptemtrionem procedat, omnia illic cana & albida occurrent. Statuamus itaque cauſam colorum ab aduſtione corporum provenire.

Caput XXV.

Colorum materiam eſſe à qualitate ſulphuris.

IPſam colorum materiam quod adtinet, illa non aliunde procedit quam à ſulphure ſingulis corporibus admixto. Pro varia hujus elementi aduſtione varii quoque naſcuntur colores. Sulphur nativum & necdum ignem aut calorem expertum translucidum eſt. Cum ſolvitur tum demum diverſos induit colores & inquinat corpora quibus admixtum eſt. Primo quidem viridem, dein flavum,

flavum, mox rubrum, dein purpureum, & denique nigrum inducit colorem. Exhausto & consumto omni sulphure solvuntur corpora, color omnis abit, & nihil præter album seu pellucidum superest cinerem. Principium itaque colorum est albor, finis vero nigrities. Albus minime color, niger vero maxime. Sed singulorum colorum genera ac gradus percenseamus.

CAPUT XXVI.

Ordo colorum.

PRimus itaque color, si tamen color dicendus sit, is est albus. Proxime hic pelluciditatem accedit; quippe cum omnia corpora natura sua sint pellucida, primus hic opacitatem inducit, fitque visibilis exigui luminis accessu, etiam non liquefacto sulphure quod singulis corporibus inesse diximus. Si enim comminuatur quodcunque pellucidum corpus & diversas accipiat superficies, protinus comparet albor. Nec interest utrum solida an fluida fuerit materia, æque enim aqua si in spumam convertatur, ac vitrum in pollinem redactum pelluciditatem albo permutat colore. Et hic quidem est primus alboris modus, quem solum si spectes, jam albor minus proprie coloribus accenseri debet, si enim singula corpuscula aut singulas superficies seorsim spectes, manet pelluciditas, solaque corpusculorum positio & situs fallaciam facit adspectui. Alter alboris modus est quando in corpore pellucido fotu lucis aut caloris liquefiunt & accenduntur partes sulphuris subtiliores. Cum enim hac ratione siccentur & rarefiant corpora, sequitur necessario ut tum quoque variæ oriantur superficies; itaque etiam hoc pacto pellucida, etiam priusquam accedat

tinctura sulphuris, albescunt. Est enim universalis regula, ut omne corpus pellucidum minutim concisum fiat album; & viceversa omne corpus album constat è minutis particulis pellucidis.

Proxime albori succedunt alii duo colores viridis dilutior & flavus. Si imbecillior sit calor qui dissolvat id quod in corporibus est sulphureum, præcedit viridis, utpote qui crudior & aquosior sit quam flavus. Quod si intensior excoquat calor, albo mox flavus succedit color, qui & maturior & magis igneus. Verum si flavitas succedit albori, jam nullus virori superest locus, semper enim tam in plantis, quam in aliis corporibus, si illa viridia fiant, viridis color præcedit flavum.

Quocunque ordine numerentur colores, medius semper est rubeus. Maxime hic est flammeus. Non quidem hic fit ex albo & nigro, cum sulphuri suos debeat natales, sed tamen ex hoc & duobus illis componuntur quotquot sunt colores.

Si major etiamnum superveniat corporum & sulphuris ambustio, sequuntur purpureus & cœruleus colores, quorum mixtura est nota. Terminus colorum & suprema combustio est nigrities. Hæc est postrema sulphuris tinctura & ultima actio. Hanc sequitur corporum dissolutio. Exhausto sulphure consumptoque humore, nihil præter album & pellucidum relinquitur cinerem, cui si humorem & coagulum reddideris, corpora ad priorem redeunt statum.

In illis porro flammis, quales exsurgunt in focis quotidianis, contrarius est colorum ordo. Quanto enim nigrior est sulphuris tinctura in carbone, tanto purior & candidior oritur flamma. Quæ itaque primo prodit flamma, propter sordes admixtas obscura est & tenebrosa:

brosa: hinc purpurea, inde rubens & mox flava fit. Cum incipit albescere, id signum est quod sulphur & materies combustibilis ad finem properent. Non datur vero flamma vel nigra, vel penitus alba. Si enim nimium obscuretur, fumus est, non flamma: si albescat nimium, nec tum quoque diutius subsistere potest deficiente alimento.

Satis jam, ut puto, manifesta est ratio quamobrem diversa corpora pro diversa sulphuris tinctura aliis aliisque coloribus se videnda exhibeant. Nec, ut puto, hac in parte adversabuntur Chymici, qui quamvis ut de cæteris, ita quoque de coloribus, valde confuse & ænigmatice loquantur, non multum tamen ab iis, quæ hactenus diximus, recedere mihi videntur.

CAP. XXVII.

Quomodo colores apparentes generentur.

ALia nunc explicanda est quæstio, eaque multo vexatior & difficilior, unde nempe oriantur colores à corporibus suis quodammodo separati, quos adparentes vocant, quales sunt colores iridum, auroræ, ac item illi qui per prismata vitrea sparguntur. Ex iis quæ diximus, satis ut puto liquet, flammam semper sequi colorem sulphuris & omnes admittere colores excepto nigro & penitus albo. Insunt quidem sulphuri hi duo colores, sed flammæ proprie inesse non possunt. Albæ quidem videntur tenues flammulæ, eædem tamen si omnino tales essent nihilque alterius coloris admixtum haberent, forent pellucidæ, ac sic nullam aut debilem admodum spargerent lucem. Nigra vero ut sit flamma, hoc rationi & sensui adversatur.

Hoc

Hoc posito sic pergo, qualis est color sulphuris in materia combustibili, talis quoque est color flammæ. Qualis vero est flamma, tale quoque est lumen quod à flamma spargitur. Cum vero flamma omnes contineat & comprehendat colores, idem lumini eveniat necessum est. Insunt itaque & lumini omnes colores, licet non semper visibiliter.

Nempe ut flamma intensa alba & unicolor adparet, eadem si per nebulam aut aliud densum corpus spectetur, varios induit colores; pari quoque ratione lux licet invisibilis aut alba, ut sic dicam, si per prisma vitreum, aut per aërem roridum transeat, similiter varios induit colores.

Quod igitur in luce pura nulli compareant colores, id minime obstat quominus illi revera insint lumini. Nempe ut major lux officit minori, ita quoque lumen purum impedimento est ut videatur lumen offuscatum. Omnem tamen lucem secum colores deferre ex eo colligi potest, quod si per lentem vitream, aut etiam per foramen, lumen in obscurum admittatur cubiculum, in muro aut linteo remotiore manifeste omnes videantur colores, cum tamen in punctis decussationis radiorum & locis nimium lenti vicinis, nullus color, sed purum tantum compareat lumen.

Jam vero ut lumen est forma & imago ignis, extra ignem quaquaversum radians, ita quoque colores qui à lumine deferuntur, sunt formæ & imagines colorum qui vere & materialiter insunt in illo igne à quo lumen spargitur.

Uti flamma & ignis quanto est debilior tanto debilius spargit lumen, similiter ad legem & proportionem veri & materiati coloris, qui est in flamma, crescunt &

de-

decreſcunt etiam colores adparentes in lumine.

Quemadmodum deficiente flamma debilitatur lumen, ita etiam deficiente colore vero, evaneſcit quoque color adparens. Noctu itaque aut in tenui lumine nulli à priſmate vitreo ſparguntur colores, nulla phænomena colorata, irides lunares pallidæ, nihil rutilum aut alio colore conſpicuo tinctum uſpiam comparet.

Item uti flamma nulla vel nigra vel alba eſt penitus, ita quoque nulli colores adparentes albi ſunt vel nigri, ſed ut in flammis, ita quoque in lumine pallidus & cæruleus colores terminos conſtituunt.

Satis, niſi fallor, hinc patet quid ſit color verus & permanens ſeu fixus, quid item color fluidus ſeu inſtabilis, quem & adparentem nominant. Color nempe verus eſt gradus & modus combuſtionis in corpore aliquo; color vero adparens eſt imago veri coloris extra locum viſa. Quomodocunque vero componantur & conferantur veri colores cum adparentibus, ſemper ut cauſa ad cauſam, ſic quoque erunt effectus ad effectus, & quod coloribus fixis, idem quoque imaginibus, quæ ab his formantur, eveniet. Quod ſi aliquanto hæc non ſibi conſtat ratio, id contingit propter ſitum & figuram corporum per quæ imagines feruntur & propagantur.

CAPUT XXVIII.

Carteſii de coloribus opinio rejicitur, & priſmatum vitreorum ratio oſtenditur.

NEqueo vero ſatis mirari quid animi fuerit Carteſio ac nonnullis aliis, ut negarent colorum alios eſſe veros alios autem adparentes. Ratio quamobrem ſic ſentiant, hæc eſt, *quod cum genuina & ſola colorum na-*

tura sit adparere, contradictio esse videatur, illos adparentes & tamen falsos esse dicere. Verum hæc opinio consistere non potest, nisi velimus aut absurda dicere, aut in vocabulo ludere, & pertendere æque veros esse colores, qui in speculis videntur, ac sint in illis subjectis, unde istæ imagines procedunt. Si nulli colores essent veri, utique nulli essent adparentes. Rei non existentis nulla pôtest existere imago. Intellectui vero adversatur ut omnes colores sint apparentes. Ad rem non facit quod colores qui à prismate crystallino projiciuntur, adpareant quoque in speculis, ostendimus enim colores istos non è nihilo in prismate generari, sed esse adventitios & propagari à luce cui invisibiliter insunt. Nihil itaque confici potest hoc argumento, nisi istud, dari etiam imagines imaginum.

Ipsam vero colorum generationem quod adtinet, ea talis est apud Cartesium, ut quamvis multa supponat quæ non sunt & fieri nequeunt, incertiorem tamen & magis indeterminatam colorum relinquat naturam, quam fecerint ii qui ignorantiam suam hac in parte palam sunt professi. Isti globuli & iste globulorum motus, & ista vitri porositas, gratis finguntur, nec vel ratione vel oculis & experientia firmari aut adstrui possunt. Tot globuli non superne tantum, sed & dextra, sinistra, & undique se mutuo contingentes & vitrum permeantes consistere simul non possunt, nisi ubique sint pori; quod si sit, jam vitrum non verum, sed imaginarium erit corpus: nam si ubique sunt pori, ergo nusquam est vitrum. Quod si singuli globuli & singula corpuscula singulos ingrediantur poros, corruit lateralis iste globulorum contactus, cui tamen soli naturam & originem colorum adscribit. Ut itaque transitus pateat imaginariis corpu-

sculis

ſculis quæ vitrum penetrare dicuntur, aut diſſolvendus eſt iſte globulorum nexus, aut ſtatuendum vitrum non eſſe corpus.

Sed neque recte philoſophatur cum cauſam utriuſque iridis reddere conatur ex priſmate cryſtallino. Quare enim color rubeus per tenuiores priſmatis partes tranſire videatur, quando radii ſolis in charta excipiuntur, contrarium vero contingat ſi loco chartæ oculos cryſtallo opponamus, hujus quidem rei quamvis rationem adferre conetur, nullam tamen adfert. Primo in eo errat quod putet radios colorem tranſmittentes decuſſari antequam trigonum contingant. Siqui enim radii ante contactum trigoni decuſſantur, illi non penetrant aut ſaltem ad oculos non perveniunt. Decuſſatio illa fieri deberet in ipſo demum vitro. Status vero quæſtionis aliter eſt concipiendus, quæritur nempe unde fiat quod cum radii vel ad ſolis, vel ad candelæ lumen per priſma tranſmiſſi charta aut linteo excipiuntur, rubeus color videatur per tenuiores priſmatis partes promanare, cœruleus vero per partes baſi viciniores, cum tamen contrarium eveniat ſi oculum chartæ loco vitro oppoſueris, tunc enim cœruleus color adparebit ad partes vitri tenuiores, rubeus vero ad craſſiores.

Nimirum hujus rei cauſa eadem eſt, atque ſit illa quæ efficit ut in cubiculo clauſo per anguſtum foramen omnes imagines decuſſatæ in pariete adpareant, cum oculus omnia videat erecta. Item quod ſol per tubum opticum in chartam immiſſus adpareat everſus, cum tamen oculus eum videat erectum. Quippe quod chartæ id ipſum quoque contingit retinæ cum ſpecies viſibiles inverſo ordine ab oculo excipiuntur, quæ tamen à ſenſu judicante in vero adprehenduntur ſitu.

Quod autem ſcribit rubrum colorem per priſma manantem ſemper ſpectari ad partem priſmatis tenuiorem, nec id quoque ſemper verum eſt. Teneas chartam aut digitum ſic, ut pars una à ſole illuſtretur, altera vero portio in umbroſo ſit loco. Si priſma oculis adplices, & chartam aut digitum contemplere, videbis contrarium colorum ſitum. Si enim pars illuſtrata ſuperne rubeat, tunc pars in umbra deliteſcens cœruleum ſuperne induet colorem. Et contra ſi hæc cœruleo, illa rubro colore tincta ſpectabitur.

Sciendum enim quod cum radii lucis ſive viſus ex majori luce ad lucem minorem per priſma feruntur, tum rubeus color tranſit per partes angulo priſmatis viciniores. Quando vero radii à minori luce ad majorem vergunt, tum color cœruleus eſt acumini priſmatis vicinior, rubeus vero remotior. Teneas digitum ſeu aliud objectum viſibile in loco ubi à radiis ſolis illuſtretur. Si per priſma cryſtallinum digitum contempleris, cœruleus color fluet à parte vicina angulo, baſi vero propior adparebit color rubeus. At vero ſi digitum in obſcurum & umbroſum locum transferas, aut eum contra ſolem ſtatuas & illum ſic obſcuratum è lucidiore loco intueare, jam colores contrario procedent ordine.

Atque hæc quidem ſola ratio ſufficit ad omnes fere priſmatis cryſtallini proprietates explicandas. Sed & ratio phyſica in promtu eſt quamobrem pro ratione majoris vel minoris luminis ſibi invicem permiſceantur & permutentur colores per priſma ſpectati. Quamvis enim lucidi & obſcuri colores per ſingula puncta & æque per partes acumini quam baſi priſmatis vicinas propagentur, ſemper tamen id ea, quam explicuimus, ratione contingit. Jam vero ſiquis vitrum tenue ſoli aut luci ob-

obvertat, nullus fere ſplendor in eo adparebit, propterea quod radii propter materiæ reſiſtentis paucitatem facile eluctantur. At vero ſi craſſius vitrum ſoli opponatur, minus quidem lucis ad oculos remittetur, plus tamen lucis in ipſo comparebit vitro, quia propter materiæ denſitatem radii detinentur, & plura puncta illuſtrant. Eadem eſt ratio priſmatum. Lux quia facilius penetrat tenuiores vitri partes, majus lumen ſeu lucidum magis colorem per tenuiores vitri partes remittit. Contra vero oculus minus lucis, & lucidum minus colorem cernit in parte piſmatis tenuiore, plus vero lucis & vividos magis colores conſpicit ubi denſius eſt vitri corpus.

Si quis vero quærat unde fiat quod in cubiculo clauſo per foramen ſpecies inverſæ in chartam deferantur, cum oculus loco chartæ poſitus omnia videat erecta, ſciat is licet aliter eadem tamen hoc ratione contingere. Radii enim decuſſati eoque imbecilliores, illi ſunt qui colorem advehunt. At vero radii qui ab oculis lucem verſus feruntur, illi recta & propemodum paralleli procedunt. Quamvis vero etiam iſtis inſunt ſpecies coloratæ, eæ tamen à majori luce obruuntur & inviſibiles fiunt. Lux colores exſtinguit. Major lux obruit & tollit minorem. Radii recti & perpendiculares, cum fortiores ſint, vincunt & inviſibiles faciunt radios obliquos & decuſſatos.

Caput XXIX.

Ejusdem ratio coronarum circa lucernas improbatur ac vera ostenditur.

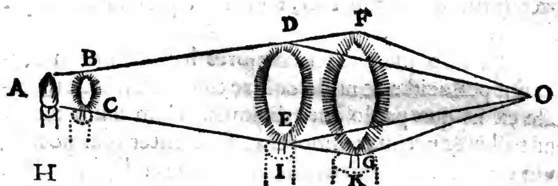
QUæ porro promit argumenta idem Cartesius ad probandam suam de productione colorum sententiam, eodem omnino recidunt, nempe ad rotationem materiæ subtilis, è cujus motu totam colorum originem explicari posse existimat. Utcunque vero hunc motum admittere velimus, qui tamen nullâ vel ratione, vel experimento nititur, æque nihilominus incerta & indeterminata manet colorum natura. Et quidem maxime miror, quod cum similes adparitiones similes requirant causas, diversas tamen rationes reddere conatus sit colorum qui in iride, halone & coronis circa lucernas cernuntur. De aliis agemus in meteorologicis nostris, hic saltem de lucernarum coronis nonnihil dicemus. Quod itaque putat colores istos flammam ambientes provenire in ipso oculo, id omnino à ratione alienissimum est. Si hoc verum esset, jam semper & ubique oculo similiter affecto tales apparerent coronæ; atqui tamen illæ non videntur, nisi in aëre valde humido, unde fit ut à navigantibus potissimum conspiciantur, aut quando à mari flant venti, item in balneis. Quod autem rationem quam reddit, attinet, quare non semper videantur coronæ istæ lucernariæ, & cur non omnia objecta coloribus picta adpareant, ex ea nihil aliud confici potest, nisi hoc tantum, non videri semper, quia non semper videantur.

Sed vero quæ Irides aliaque colorata in aëre phænomena efficit causa, illa ipsa quoque lucernarios istos producit

ducit annulos. Cum nuſquam niſi in humido cernantur aëre, utique ex hujus conſtitutione horum petenda eſt ratio. Vera eſſe quæ ſcribo vel inde liceat experiri, quod ſi vel ſimplex aliquod vitrum halitu humectes, & lucernæ à quocunque intervallo opponas, protinus lucerna annulo coronetur. Quod ſi priuſquam halitu oris inficias vitrum aquæ frigidæ immerſeris, multo etiamnum coloratiores conſpicies coronas.

Sed & è ſphæris vitreis quando antliæ pneumaticæ beneficio aër exhauritur, ſi quis ex oppoſito ſphæræ lucernam tenuerit, illo ipſo temporis puncto quo aër in antliam delabitur corona circumcirca lucernam comparebit. Aër enim vi magna decidens & latera vitri toto ſuo pondere vehementer adſpergens idem quod oris halitus, & quidem efficacius efficit.

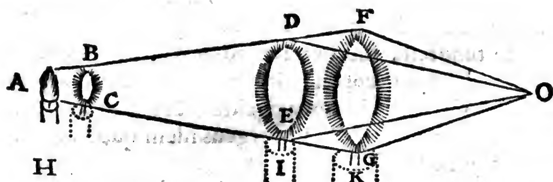
Quod vero nonnunquam duplex adpareat corona, id non alias contingit, quam cum alter oculus imbecillior eſt altero. Eſto lucerna in A oculi vero in O. Si aër non multo humore ſit infectus, tunc nullæ quidem



circa lucernas comparent coronæ, aliquanto tamen majores & propiores viſuntur lucernarum flammæ, cum nullus aër tam ſit tenuis, ut non aliquam ſaltem cauſet refractionem. Flamma itaque A oculo O adparebit in BC,

BC, ideoque quod radii adſcititii contingant flammam veram, nullus in medio comparet hiatus, ſi tamen accurate attendas, & paulo longius abſtiteris, nigrior quædam macula in medio lucernæ comparebit, quod manifeſtum ſignum eſt flammæ jam incipientis dehiſcere.

At vero ſi denſior & aquoſior fuerit aër, major neceſſario fit refractio, ac tum ſpecies major propiorque adparebit, nempe in DE, videbiturque à quolibet ocu-



lo conſtituto in O per radios DO & EO. Quod ſi alter oculus, aut incubatu, aut alio modo læſus vel luxatus fuerit, tum lumen A propius etiamnum & majus ſpectabitur, ſcilicet in FG, contingetque oculum O per radios FO & GO.

Cauſa vero quamobrem majores hæ coronæ in medio ſint pellucidæ & nullo colore tinctæ, ſatis eſt manifeſta ex iis quæ paulo ante diximus. Cum enim major lux tollat & perimat minorem, fieri aliter non poteſt, quin radii qui recta ab oculis ad lucem tendunt, tollant colorem per quem ſolum ſpecies ſunt viſibiles.

At vero ſi operiatur A lucerna & oculus transferatur in H, jam contraria omnia evenient. Integra enim lucerna in denſiſſimo illo aëre, tanquam ſpeculo obſcuro, comparebit in DEI aut in FGK, & quidem media

pars

pars adparentis flammæ DE aut FG erit lucidissima, exterior vero limbus obscurior, coloresque, si qui videri possint, contrario ordine exhibebit.

Quod autem colorum ratio contraria sit in coronis atque in iride, & hujus quoque rei causa, ut puto, jam patet. Cum iridem in cœlo spectamus tum radii lucis & visus in aversam à sole partem tendunt & à majori luce ad minorem feruntur. At vero cum à minori luce ad majorem radii tendunt, uti fit in coronis, tum, ut diximus, invertitur colorum ordo.

CAPUT XXX.

Stabilitur opticorum sententia, cum dicunt corporum adparentium magnitudines esse angulo visionis proportionales, & notantur errores Cartesii.

NOn minus errat idem Cartesius in cæteris lucis & visus proprietatibus explicandis, dum in ipso oculo quærit ea quæ certis documentis foris contingere ostendi potest, ac cum negat veram esse opticorum regulam, cum dicunt adparentes corporum magnitudines angulo visionis esse proportionales. Hoc optices statutum exinde destruere conatur, quod sol & luna majores videantur horizonti propinqui, quam ab eo remoti. Atqui tamen inquit astronomis quando instrumentis horum siderum magnitudinem metiuntur, sub eodem semper adparent angulo, sive horizonti incumbant, sive vertici immineant. Sed profecto graviter errat. Ponamus enim latitudinem Solis humilis & sublimis sub æquali fere angulo & mensura colligi si quis instrumentis utatur, longe tamen alia hujus rei est ratio, quam ipse existimet. Quod Sol & luna horizonti vicini majores adpareant,

non hoc contingit ex phantaſia, id quippe ſi eſſet, non ſemper & non omnium oculi ſimiliter adficerentur, ſed ex eo quod Solis lunæque ſpecies in majori aëris portione latius ſe explicant. Jam vero ſi quis per minuta dioptræ foramina ſidera hæc, vel orientia, vel occidentia contempletur, auferuntur & amputantur radii adventitii qui in vicino oculis aëre majorem horum ſiderum ſpeciem efficiunt. Verum eſſe quod adfirmo, id ex eo certo colligi poteſt, quod ſi quis per tabellam aut chartulam nigram acu perforatam conſpiciat Solem, lunam, aut etiam lucernam, illico triplo, quadruplo, aliquando etiam decuplo minores compareant. Lucerna eminus viſa pedali nonnunquam comparet magnitudine, cum tamen per anguſtum viſa foramen, minima repente fiat. Abraduntur enim radii ſpurii, licet non omnes, majori tamen ex parte ac ſoli fortiores, qui ab ipſo corpore luminoſo procedunt, ad oculos per anguſtias eluctantur.

Sed neque ea ſuccedit ratio qua oſtendere vult, quare alba & lucida objecta majora & propiora adpareant quam revera ſint. Et hujus quoque rei cauſam ex fundo oculi & ex capillamentis nervi optici eruere conatur, nihilo felicius quam cætera. Si enim luminis intenſio efficiat, ut majores in retina imagines formentur, utique neceſſe eſt, ut à vicino lumine majores in oculo formentur ſpecies quam à remoto. Atqui contrarium contingit. Lucernæ eminus viſæ habita ratione diſtantiæ, majores adparent quam prope. Flumina & maria qua ſolares excipiunt radios, quanto à majori intervallo cernuntur, tanto altior adparet eorum ſuperficies. Sol & reliqua ſidera quanto major eſt intermedii aëris moles, tanto majori corporis ambitu ſe videnda exhibent.

hibent. Omnia denique lucida, quanto densius est diaphanum, per quod spectantur, tanto ampliora se oculis offerunt. Adeone quis mentis inops ut putet aliis nos oculis contemplari solem orientem vel occidentem, aliis vero altius provectum? Cum tam manifeste pro mensura & ratione intercedentis aëris crescant & decrescant eminus visa objecta possitne aliquis ultra dubitare quænam sit causa hujus phænomeni?

Verum quo magis cognoscatur hic error, in quem impegerunt etiam alii ante Cartesium, quum putarunt ex contractione pupillæ seu uveæ tunicæ provenire, ut res eædem modo majores modo minores adpareant, hoc quoque addo, sive constringatur, sive laxetur pupilla, quorumvis tamen objectorum visibilium speciem pari magnitudine & ambitu in retinam adpellere. Cum enim illis ipsis agnoscentibus imagines in oculum per pupillam admittantur eodem prorsus modo, atque in cubiculum tenebricosum per foramen, ipsum hoc quod adfirmamus, necessario sequitur. Sive enim patulum, sive angustum fuerit cubiculi foramen, æquali tamen magnitudine objecta quævis in opposito linteo seu pariete depinguntur. Si per simplex duntaxat foramen radii in cubiculum influant, constringendo seu dilatando foramen, efficere quidem possis, ut imagines plus minusve offuscentur, nunquam tamen efficies ut minus spatii in linteo occupent. Ipsa enim ratio & experientia docent, in unoquoque foraminis puncto decussari integram totius objecti speciem, ita ut unumquodque punctum, tam in pupilla quam in foramine cubiculi, constituat communem verticem duarum pyramidum, quarum una est externa, cujus basis est objectum radians, altera interna, cujus basis est in linteo fora-

mini opposito, seu in retina oculi, in quibus omnia eversa repræsentantur.

Jam vero cum causam adsignare conatur, quamobrem corpora exilia aut valde remota, cujuscunque demum sint formæ, eminus visa rotunda adpareant, nec tum quoque recte philosophatur. Hujus rei causam ex prædictis rationibus petendam esse existimat. Addit tamen & alteram nimirum quod nulla corpora, quæ parvas in oculo formant effigies, figuram angulorum suorum exprimere valeant. De priori argumento jam diximus. Altera ratio licet à veteribus agnita, & prima fronte vera videatur, neutiquam tamen probandam censeo. Exilia enim corpora si valde remota fuerint, non videntur. Si tamen contingat ut ea cernamus, comparebunt hæc non in suo loco, sed aliquanto propius, in ipso nempe aëre refracte spectabuntur. Quia vero omne corpus, vel sua sponte lucidum, vel aliunde illustratum, cujuscunque demum figuræ sit, radios diffundit in orbem, necessario contingit, ut quamvis ipsum corpus non videamus, nihilominus sphæram ejus radiosam in intermedio cernamus aëre. Quod si purus & tenuis fuerit aër, imago quidem aliquanto major & loco vero propior, non tamen tam magna & oculis vicina spectabitur, quam si densior fuerit aëris constitutio. Hinc patet quare Venus corniculata, rotunda videatur. Item quare halones lunæ corniculatæ, æque rotundæ sint ac halones lunæ plenæ; & quare cum flammæ lucernarum sint pyramidales, tamen coronæ ipsas ambientes circulares adpareant. Sed & hoc quoque patet quare halones & coronæ istæ aliquando minores & remotiores, aliquando vero majores & oculis viciniores videantur.

CAPUT XXXI.

De diametro Solis & Lunæ & refractione siderum in horizonte.

DE instrumentis vero quod dicitur, illa æquali semper mensura solis diametrum repræsentare, id licet aliquando, non tamen semper verum est. Quamvis solis diametrum, etiam cum in perigeo est, alii non majorem faciant min. 34. Ricciolus tamen hunc sæpius min. 45, imo etiam integri gradus diametro sibi visum adfirmat. Quin & majori angulo conspicietur, siquis non per angusta foramina sed per directas regulas aut puncta nigro notata, latitudinem ejus exploraverit, & posthabita umbrarum ratione solis oculis extremitates adparentis solis annotare operæpretium censuerit.

Nec tantum sol oriens vel occidens, sed & alte provectus, & in ipso quoque meridiano visus, tantæ sæpe comparet amplitudinis, si per aërem nebulosum spectetur.

Facile hinc conjici potest undenam proficiscatur ea discrepantia quæ tam multos hactenus exercuit astronomos & geometras, dum solis lunæque diametros ac aliorum quoque siderum ortus & occasus instrumentis suis metiri & assequi conati fuere. Præterquam enim quod non satis magnam refractionis, habuere rationem, etiam hoc accedit, quod dum aliis aliisque ad veritatem indagandam utuntur instrumentis, non satis adtenderunt, pro horum diversitate diversa quoque magnitudine & dissimili situ quorumvis objectorum speciem ad oculos pervenire. De refractione quæ solis oculis observari potest, satis, ut puto, jam olim diximus. Nunc saltem

prius quam finem hinc opusculo imponamus, aliquid subjungemus de ea refractione quæ fit circa instrumenta. Quamvis itaque, ut ex prædictis patet, multo accuratius siderum magnitudines & intervalla haberi possint astrolabio aut simili instrumento, quo radii per minuta foramina admittuntur, quam nudis oculis, aut etiam baculo Jacobi; ne hic tamen metiendi modus omni prorsus caret vitio. Licet enim propter foraminum angustiam amputentur radii nothi, qui in vicino oculis aëre quælibet objecta amplificant, non tamen omnino tolluntur illi radii, qui à remotiori adveniunt aëre, quique & ipsi sunt spurii. Quantacunque enim superest aëris portio, aliquam efficiat refractionem necesse est. Tychonis Dani instrumenta quin accuratissima fuerint nullus dubito. Solis refractioni circa horizontem adsignat hic minuta 34. Sane qualiacunque fabricentur instrumenta nunquam tamen fient talia quæ omnem prorsus tollant refractionem, & solos è centro solis affluentes radios in recta deferant linea.

Attamen, quod etiam alibi monuimus, non satis consistit hic Tychonis calculus, cum non tantum pro diversitate instrumentorum, sed & pro temporis & loci ratione dispar quoque sit refractionum mensura. Crebra experimenta terra marique facta docent solem sereno cœlo videri cum duobus integris gradibus infra horizontem latet. Quod siquis experimento idipsum probari velit, abunde id præstabit vel baculus Jacobi dictus. Si enim in horizontem baculum hunc accurate dirigas, jam oportet ut tignum transversum, quod ad angulos rectos baculo inequitat, centro terræ ad perpendiculum immineat, & gradum nonagesimum exacte teneat: Atqui tamen hoc non contingit, sed transito gra-

du

du 90, duobus gradibus oculo vicinior fit apex ſuperior. Patet ergo nec ipſum baculum parallelum eſſe ad planum horizontis, ſed ab anteriori parte duobus gradibus ſupra horizontem elevari, ab altera vero parte totidem gradibus infra horizontem deprimi.

CAPUT XXXII.

Novum refractionis genus, quod fingunt nonnulli, exploditur, & vera cometarum ratio explicatur.

PRæter autem illa quæ jam recenſuimus commenta, aliud quoque memoratur refractionis genus, ignotum cæteris opticis, quodque in ſolo reperiri dicunt æthere, & quidem in ſpatio ſupra Saturnum, ubi ſcilicet minores; ut dicunt, globuli à majoribus terminantur. Ut Cometarum reddatur ratio, novam hanc refractionis normam introducere conantur, quamvis & naturæ & omnibus refragetur experientiis. Non foret difficile clariſſime id ipſum oſtendere; ſed ſi Cometarum hypoſtaſin & conſtitutionem, nec ab illis, nec à quoquam hactenus ſatis intellectam explicuero, corruent, ut puto, omnes eæ rationes, quæ illos induxere ut novas naturæ conderent leges. Animus fuerat alibi cometarum hiſtoriam tradere, nonnulla tamen & hic præfabimur.

Eſt itaque cometa non phantaſticum aut imaginarium aliquod ſpectrum, ſed verum corpus & verum ſidus quaquaverſum accenſum. Errant qui putant ab uno ſaltem latere ardere & flammantem projicere comam. Undique uritur cometa, undique ignem, vaporem & radios in orbem quam latiſſime ejaculatur: ſed quia in parte, quæ ſolem reſpicit, à majori lumine obruitur & extinguitur cometæ fulgor, ideo in parte tantum umbroſa,

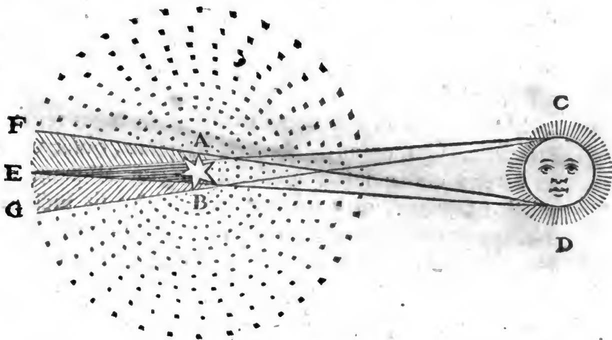
quæ

quæ averſa eſt à ſole, igneum iſtud adparet capillitium. Sive auroræ, ſive crepuſculi tempore, ſive etiam media nocte ſidus hoc contemplere, ſemper alio alioque ſitu coma hæc ſe videndam exhibet, ita tamen ut ſemper quam exactiſſime à ſole averſa ſit, moveaturque pro ratione radiorum incidentium, ſintque in eadem recta linea, ſol, caput cometæ, & cauda ejus ut vocant. Ex hac variatione certum ſumitur indicium cometam undique ardere & undique ſpargere halitus accenſos, qui illuſtrati à ſole inviſibiles fiant, non vero illuſtrati, tum demum clareſcant & fiant viſibiles. Quod nempe montibus ignivomis, idem quoque cometarum contingit incendio. Interdiu, vel nunquam, vel certe quam rariſſime adparent montium flammæ, quin potius tenebras & noctem offundunt: ſole occaſo, tum demum coruſcant, & cælum undique collucet. Nos ipſi non ſemel vidimus id genus incendia, quæ interdiu nebulæ, noctu vero flammæ inſtar comparebant, illo plane modo quo cæleſtis columna, quæ in mari rubro Iſraëlitis viam præmonſtrabat.

Quamvis ipſius comæ motus, ad ſingula allabentis lucis momenta ſe conformans, manifeſtum hujus veritatis præbeat argumentum, attamen objiciunt nonnulli ipſius cometæ figuram, quæ paulatim latius latiuſque explicatur. Umbram vero cometæ inquiunt debere in mucronem coire, cum corpus cometæ longe minus ſit corpore ſolari.

Sed vero qui ſic exiſtimant, graviter errant, nec ſatis intelligunt umbrarum rationem. Nullum quippe corpus eſt quantumvis magnum, ſive etiam quantumvis exiguum quod non infinitas ſpargat umbras. Verum quidem eſt ex circumferentia ſolis progredi radios qui um-

umbram faciant desinentem in conum, sed cum ex omni solis puncto ad omne punctum ferantur radii, necessarium quoque est, ut ab eodem extremo solis ambitu exeant radii, qui ut in quodlibet aliud corpus, ita quoque in caput cometæ impingant. Quia vero omnis lux terminata umbram post se facit, necessario sequitur ut in aversa cometæ parte fiat lucis diminutio, umbraque relinquatur, quæ non ut altera illa interior & nigrior in metam coeat, sed quæ dilutior sit multo, quæque quanto longius fertur, tanto latius expandatur. Esto cometa AB, in quam incidant radii solis CA & DB,



& progrediantur usque in E, manifeste ab his terminabitur conus umbrosus AEB, & hæc quidem est angustissima umbra: latissima vero terminabitur à radiis indidem quidem ortis, sed decussatis, quales sunt CBG & DAF. Hi formant & includunt umbram *καλαθοειδῆ*, sive conum inversum & apice truncatum AFGB. In hoc vero spatio solus est conus AEB, ad quem

L nulli

nulli ſolis radii perveniunt. Reliqua vero hujus ſpatii portio, partem radiorum admittit, partem vero excludit, itaque ibi eſt umbra dubia, ſive umbra cum luce permixta.

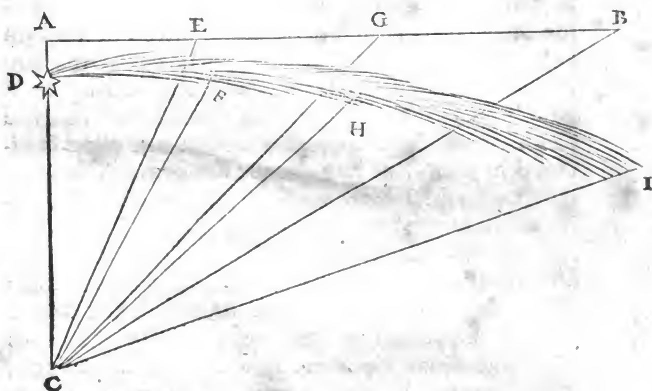
Quamvis vero neſciam an alii qui de luce ſcripſere, duplicis hujus umbræ fecerint mentionem, non ideo tamen minus vera eſſe quæ ſcribimus libenter, ut puto, fatebitur, ſiquis vel digiti, vel cujuſcunque alius corpuſculi umbram ad ſolem, vel lucernam examinaverit. Diſcrepantes quidem fient umbræ pro ratione intervalli, & magnitudine corporis lucentis, & interpoſiti opaci, ſemper tamen id ea quam explicuimus lege continget, adparebitque ſemper umbra duplex, una interior & ubique ſibi ſimilis, altera mixta & paulatim imbecillior, ſic tamen, ut & hujus quoque terminus maniſeſte compareat.

Sed & ipſa cometæ coma manifeſtum hujus rei facit indicium. Qui enim de cometis ſcripſere, obſervarunt in medio comæ inſtar medullæ longam aliquam excurrere tæniam, quæ reliqua coma multo ſit lucidior. Nempe conus interior, quem non contingunt radii ſolares, quanto obſcurior, tanto quoque vividius lumen ſpargit.

Latitudinem comæ quod adtinet, illa pro menſura capitis magna poſſit videri, cum ad tres nonnunquam gradus explicetur, ſiquis tamen accuratam ineat rationem, invenietur & hujus quoque proportio corpori analoga. Notandum enim umbram averſæ partis ex eo majorem videri, quod ſolis radii non poſſint penetrare partes capiti cometæ vicinas, quia illæ denſis flammis & halitibus undique ambiuntur. Sed & altera præcipua eſt ratio quæ comæ magnitudinem intendit, illa nempe

nempe de qua superius diximus, quod omnia lucida eminus visa sub majori angulo compareant. In vapore enim ambiente caput cometæ flamma & accensus vapor quoad speciem dilatantur.

Porro quod nonnunquam curva adpareat hæc coma, & hujus quoque rei manifesta est ratio. Nempe & hoc ex ambiente cometam vapore contingit. Esto cometæ verus locus ad A cujus coma extendatur usque in B. Secundum ea, quæ diximus, oculo in C constituto, caput cometæ aliquanto vicinius adparebit, nempe in D.



Jam vero cum & cometæ, & comæ adparentis eadem sit ratio, necessario eveniet ut quæ sit proportio AC ad DC, eadem quoque sit proportio EC ad FC, & GC ad HC, & denique BC ad IC. Si itaque curvam duxeris lineam quæ transeat per puncta DFHI, illa erit apparentis comæ directio. Atque hæc quidem

ſola eſt cauſa quamobrem cometarum cauda nonnunquam ſinuoſa adpareat. Semper vero id ipſum contingit cum ex obliquo cometa ſpectatur. At vero cum oculus, caput cometæ & capillitii extremitas in eodem ſunt verticali circulo, tum neceſſario recta adparet coma. Non difficile nobis eſſet etiam alias cometarum formas, quæ à ſcriptoribus memorantur, hic explicare, & oſtendere ex ſola aſpectuum diverſitate contingere, quod tam multiplici facie ſidus hoc ſe videndum præbeat; ſed tractationem hanc alteri loco reſervamus. Hæc ad præſens inſtitutum ſufficere arbitror, & ſimul ad convincendam eorum opinionem qui cometas perforatos finxere, ac non in orbem flammam & vaporem jaculantes, ſed in partem ſaltem à ſole averſam. Undique enim, ut diximus, ardet cometa, & ſi ſol obtegi poſſet, quam prolixa eſt cometæ cauda, tanta undique flamma cerneretur. Cum olim ardebit hæc quam habitamus machina, & ipſa quoque fiet cometa, eodemque prorſus ſpectabitur modo ab aliorum ſiderum incolis, ac à nobis ſpectantur cometæ.

Leve vero eſt quod nonnulli ex comæ pelluciditate obtendunt argumentum. Quia enim per hanc comam ſtellæ adpareant, ideo negant flammas eſſe, utpote quæ non ſint pellucidæ. Sed vero neque nos ſtatuimus univerſum illum vaporem, quo cometæ ambiuntur, eſſe accenſum. Viciniores tantum ſunt partes quæ ardeant. Qui longius à capite cometæ efferuntur vapores, illi, ſi cominus viderentur, non eſſent rubicundi. Idem nempe his contingit quod focis vitrariis aliiſque quotidianis ignibus, qui è propinquo ſpectati, longe minores nutriunt flammas, quam ſi vel noctu, vel eminus ſpectentur. Tum quippe flammas ambiens vapor flammarum naturam & ſpeciem induit. Et

Et tamen etiamsi concesserimus accensos esse istos halitus qui immensum adeo occupant spatium, astra nihilominus pellucerent. Licet enim opacæ sint flammæ quantumvis minutæ, alias enim non essent visibiles, si tamen ultra has aliud lucidius succedat corpus, illico fiunt transparentes. Sic carbones, sic ellychnia probe accensa per flammas cernuntur, & quod semper, id ipsum quoque hic evenit, ut major lux destruat minorem, & quæ alias opaca videntur, ea ipsa majoris præsentia luminis fiant pellucida.

Plura de cometis dicenda supererant, sed hæc pauca nunc prælibasse sufficiat. Dum lucis naturam & accidentia explicare conamur, visa nobis fuere etiam istæc non aliena ab instituto. Quod siquis aliter judicet, is suo fruatur arbitrio, mihi ne sit invidiosum nostram exposuisse sententiam, donec certioribus experimentis, aut sublimium ingeniorum accuratiore indagine hæc ipsa clarius patescant.

FINIS.

INDEX CAPITUM.

XXVII.



INDEX
CAPITUM.

XXVII.